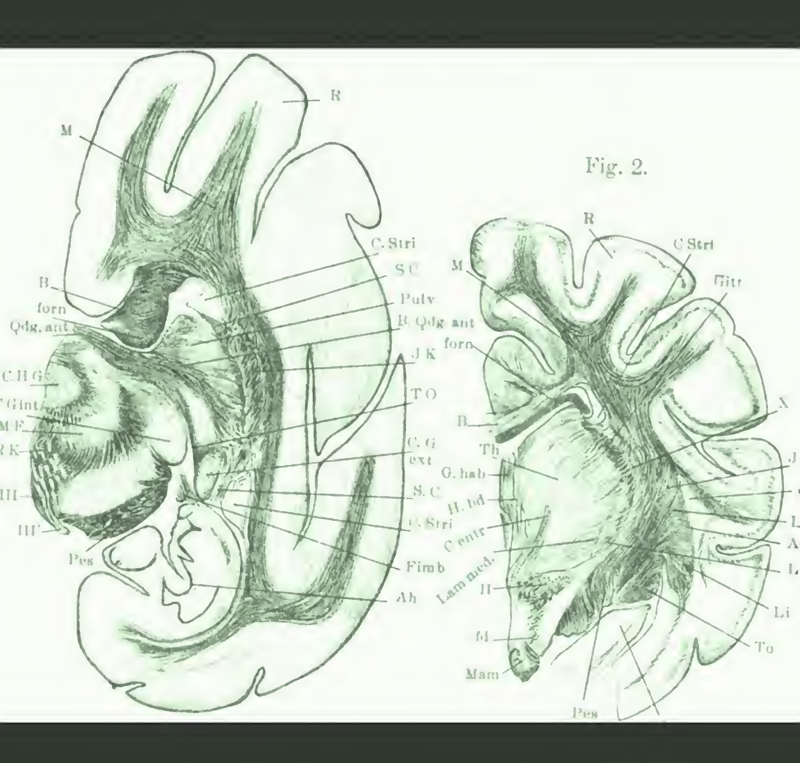


Gesammelte hirnanatomische Abhandlungen

Auguste Forel



Gesammelte Hirnanatomische Abhandlungen

mit einem Aufsatz

über

Die Aufgaben der Neurobiologie

von

Dr. August Forel

ehemals Professor der Psychiatrie und Direktor der Irrenanstalt in Zürich

in Yvorne (Schweiz).



München 1907

Ernst Reinhardt, Verlagsbuchhandlung

Jägerstrasse 17.

Inhaltsverzeichnis.

Vorwort.

Ich habe mich in den Jahren 1872 bis 1891 viel mit hirnanatomischen Untersuchungen befasst. Doch fehlte mir stets die Zeit, dieselben gründlich auszuarbeiten und zusammenzustellen. Nach meinem Weggang aus München blieb ein Teil meiner Arbeit unbenutzt im v. Guddenschen Laboratorium liegen und verjährte an Ort und Stelle. In Zürich liess mir die Anstaltsdirektion keine Zeit, selbst meine Resultate zusammenzufassen. Diese wurden in den Dissertationen etc. einiger Schüler, wie der beiden Onufrowicz, Vejas, Schiller etc., teilweise und fragmentarisch verwertet. Dasjenige, was ich selbst zum Teil in Fachzeitschriften oder Kongressberichten veröffentlicht habe, liegt dort ziemlich unzugänglich. Manches wurde lange totgeschwiegen. Alle diese Verhältnisse und vor allem andere dringende Pflichten und Arbeiten veranlassten mich, die Hirnanatomie schliesslich ganz an den Nagel zu hängen.

Später, als dies bereits geschehen war, bestätigten sich manche meiner Ergebnisse, u. a. die zugleich mit His aufgestellte (freilich erst später von Waldeyer getaufte, aber von ihm nur wiederholte) Neuronentheorie. Immer wieder stiess ich dann auf die Bemerkung: „Man kann Ihre Arbeiten nirgends erhalten.“

Allerdings sind später die diesen Arbeiten zu grunde liegenden Tatsachen in den grossen Werken Déjerines, O. Vogts u. a. sehr eingehend erwähnt und meine Ansichten diskutiert worden. Die Fortschritte der histologischen Technik sind ferner so gross, dass der Inhalt jener Arbeiten zu einem grossen Teil veraltet ist, von den Irrtümern nicht zu sprechen, die mir passiert waren, und die seither korrigiert wurden.

Wenn ich es trotz alledem wage, diese alten Arbeiten zusammenzustellen und zu publizieren, so bemerke ich ausdrücklich, dass es

lediglich den Zweck hat, einige *historische Dokumente* für die Hirnanatomie zu liefern, die so zerstreut liegen, dass sie schwer zugänglich sind.

Die Sache bringt es infolgedessen mit sich, dass ich darauf verzichten muss, meine alten Irrtümer zu korrigieren. Uebrigens sind manche Irrtümer früherer Arbeiten in den späteren von mir selbst berichtigt worden und die übrigen haben andere Autoren richtig gestellt. Jede Aenderung, die ich heute anbringen würde, wäre nur noch eine Fälschung der Dokumente und unterbleibt daher besser. Unverändert ist dagegen das Material für alle Nachprüfungen, wenigstens authentisch. Es ist chronologisch geordnet.

So mag dieser bereits fossil gewordene Abschnitt einer früheren Lebensarbeit von mir selbst noch als Baustein für spätere Arbeiter registriert werden.

Ich habe immerhin die weitere Entwicklung der Gehirnmorphologie mit Interesse verfolgt und mich bestrebt, ihren Zusammenhang mit den übrigen Zweigen der Gehirnwissenschaft, mit der Neurobiologie im allgemeinen, zu fördern. Und so mag es mir nicht als Anmassung ausgelegt werden, wenn ich diesen alten Arbeiten eine kurze Studie über „*Die Aufgaben der Neurobiologie*" vorausschicke.

Ich bin meinem Verleger, Herrn Reinhardt, sehr dafür verbunden, dass er die Herausgabe dieser gesammelten Abhandlungen übernommen hat.

Chigny près Morges, im Februar 1907.

Dr. A. Forel.

Die Aufgaben der Neurobiologie.

(1907.)

Von allen Zweigen der Naturwissenschaften ist die Erforschung des Baues und des Lebens des Zentralnervensystems am spätesten auf die Bahn eines reellen Fortschrittes gelangt. Sie ist noch heute am weitesten zurück. Es ist dies nicht zu verwundern, denn sie hat einerseits mit den grössten technischen Schwierigkeiten und anderseits mit den mächtigsten Vorurteilen zu kämpfen. Und dennoch gibt es keinen Zweig der Wissenschaft, der uns näher liegt als derjenige der Erkenntnis des Organes unseres eigenen Ichs und seiner Funktionen.

Die Wichtigkeit unseres Gehirnes ist schon von einigen Forschern des Altertums erkannt worden. Dann verlor sich alles im Dunkel des Mittelalters. Mit einem gewissen genialen Zug suchte Gall am Anfang des 19. Jahrhunderts die Seelenfunktionen im Gehirn zu lokalisieren. Intuitiv ahnte er einiges richtig. Doch fehlte ihm die wissenschaftliche Grundlage und so liess er sich durch seine Phantasie zu so gewagten Behauptungen hinreissen, dass seine Phrenologie wohl mehr Unheil anstiftete, als sie zur Forschung anregte. In nüchternster Weise dagegen bahnten ungefähr zur gleichen Zeit die physiologischen Hirnforschungen Flourens' grosse Fortschritte in der Erkenntnis der Hirnfunktionen an. Der gleichen Epoche, die so viel grosse Männer zu Tage förderte, gehört auch Karl Friedrich Burdach an. Sein Werk „Vom Bau und Leben des Gehirns und Rückenmarkes", 1819—1825, ist ein Monument von Nüchternheit und Klarheit. Ohne unsere Methoden zu besitzen, hat er doch die richtigen Grundlagen des Hirnbaues und seine Bedeutung erkannt. Er hat aber auch die Unhaltbarkeit des Dualismus in schönster Weise dargetan und den Monismus als Basis der Hirnforschungen aufgestellt.[1]) Etwas später hat auch der berühmte französische Physiolog Claude Bernard (Introduction à l'étude de la médecine expérimentale) in unzweideutigster Weise das Gehirn als Seelenorgan demonstriert, „wie das Herz das Organ des Blutkreislaufes ist". Er betont bereits die Rolle der religiösen und anderer Vorurteile als Hemmschuhe der Hirnforschungen.

---

[1]) Siehe Forel: „Suggestionslehre und Wissenschaft", Zeitschrift für Hypnotismus, 1892.

Die Entdeckung der Zelle durch Schwann und der spätere Aufbau der Nervenhistologie haben nun die Basis zur Erfüllung der Forderungen der genannten Autoren geschaffen. Leider hat man sich Jahrzehnte hindurch von den Faseleien eines Foville oder eines Luys sowohl als von der aprioristischen Dogmatik vieler Psychologen oder ärztlicher Theologen und von der Facheinseitigkeit vieler Forscher beeinflussen lassen und hat sich gescheut, die Konsequenzen der neueren Forschungen mit Bezug auf Bau und Leben des Zentralnervensystems zu ziehen. Man hat sich mit Detailforschungen begnügt und nur wenige Autoren, wie vor allem Meynert, haben sich zu höheren Synthesen hinaufgewagt. Und dennoch hatte uns die Evolutionslehre die Bahn zu jenen Synthesen vollständig geebnet, indem sie uns den stammverwandtschaftlichen Zusammenhang alles Lebendigen so klar vor Augen führte!

Einerseits hatte die Embryologie den Nachweis der ontogenetischen Differenzierung der Zellen und ihre Abstammung aus den beiden konjugierten Keimzellen dargetan. Anderseits hatte uns die Verbesserung der histologischen Methoden die Komplikation des Baues der verschiedenen Sorten von Zellen und ganz besonders der Nervenzellen oder Neuronen zu erkennen gegeben.

Unterdessen hat die Forschung auf dem Gebiet der einzelligen Wesen höchst interessante Tatsachen zu Tage gefördert, aus welchen hervorgeht, dass diese Wesen durchaus nicht so seelenlos sind, wie man sie früher wähnte. Es gibt einfachere und kompliziertere, dümmere und gescheitere einzellige Wesen. Ich weise z. B. auf die Forschungen Engelmanns hin. Bei den gescheiteren und komplizierteren ist das Protoplasma der Zelle eben komplizierter und mehr differenziert, erzeugt Wimperhaare und Vacuolen, die eine unzweifelhafte Plastizität, d. h. Anpassungsreaktion des Zellenindividuums an seine Umgebung, ermöglichen. Diese Erscheinungen deuten unbedingt darauf hin, dass, wenn auch alle lebenden Wesen, Pflanzen wie Tiere, entweder Einzelzellen sind, oder aus Kombinationen differenzierter Zellen bestehen, die Zelle deshalb doch keineswegs das Element des Lebens sein kann. Sie ist bereits eine sekundäre, höchst komplizierte Einheit, aus welcher noch kompliziertere Lebewesen sich aufbauen. Aber sie muss noch aus viel feineren Elementen bestehen, die unserem heutigen Mikroskop noch entgehen, und deren Entdeckung der Forschung der Zukunft noch vorbehalten bleibt. Einstweilen erkennen wir in der Zelle bereits recht verschiedene Gebilde und recht wesentlich differenzierte Funktionen. Wir sehen überall im Mikrolaboratorium ihrer Lebenschemie ausserordentlich verschiedene Produkte sich bilden, aber wie diese Produkte sich bilden, was das Leben der Zelle bedingt — das wissen wir noch nicht.

Soviel ist immerhin jetzt schon sicher, dass ein Teil wenigstens derjenigen Funktionen, für welche sich bei höheren mehrzelligen Tieren das Nervensystem spezialisiert, bereits dem Protoplasma einzelliger Wesen innewohnen. Einzellige Wesen bewegen sich und reagieren auf Reize ganz nach der Art, wie es niedere Nervensysteme tun, welchen wir Empfindung zuschreiben. In Verbindung mit diesen beiden Eigenschaften zeigen sie ferner eine gewisse Anpassungsfähigkeit. Das ist also bereits eine Biologie, die der Neurobiologie fast wie ein Ei dem andern gleicht, obwohl keine differenzierten Nerven da sind. Wollen wir daher die Neurobiologie nicht mit Facheinseitigkeit betreiben, so müssen wir, evolutionsgerecht, ihre Wurzel bei den *einzelligen Wesen* erforschen. Das ist ihre *erste* und eine ihrer wichtigsten Aufgaben für die Zukunft.

2. Nachdem die *grobe Morphologie des zentralen und peripheren menschlichen Nervensystems* ziemlich gut bekannt ist — ich meine makroskopisch —, so erwähne ich sie hier mehr *pro memoria*. Immerhin gibt es auch in diesem Gebiet noch verschiedenes zu erforschen. Man ist viel zu leicht geneigt, die grobe Struktur eines einzelnen Gehirnes allen Gehirnen zuzuschreiben. Bekanntlich aber wechselt nicht nur das Gewicht des Gehirnes ungeheuer, je nach den Individuen, sondern auch die Form seiner Windungen. Das Relativgewicht der einzelnen Hirnteile beim Weib und beim Mann, beim Kind und beim Erwachsenen, beim Gescheiten und beim Dummen spielt ferner eine Rolle, der man bis jetzt zu wenig Aufmerksamkeit gewidmet hat. Wieviel bei künftigen Forschungen in dieser Hinsicht herauskommen wird, ist freilich noch zweifelhaft. Ich erwähne hier nur das grosse und noch kaum angeschnittene Gebiet der vergleichenden Hirnforschung der verschiedenen Menschenrassen, denn dieses gehört bereits der vergleichenden Hirnanatomie an.

3. Die Erforschung der *Histologie der Nervenzellen* und überhaupt des Nervengewebes bildet selbstverständlich heutzutage die nächste hochwichtige Aufgabe der Neurobiologie. Wir sind noch weit entfernt, hierüber volle Klarheit gewonnen zu haben, denn gerade hier zeigt sich immer mehr die Wichtigkeit eines Unterelementes, eines Bestandteiles oder eines Produktes der Zelle, nämlich der Nervenfibrille. Was ist die Fibrille? Ist sie, wie nach unserer Neuronentheorie anzunehmen, ein differenzierter Bestandteil des Zellprotoplasmas? Ist sie eine Art Produkt oder Sekret desselben? Oder gehört sie gar, wie Apathy glaubt, gar nicht zur Ganglienzelle und dringt sie nur von aussen in dieselbe hinein? Nach Apathy wären die Matrixzellen der Schwannschen Scheiden und die entsprechenden Zellen im Zentralnervensystem die wahren Nervenzellen. Sie wären nach ihm *Fibrillogen* und die Ganglienzellen wären gar nicht nervös.

So absonderlich diese Theorie auch erscheinen mag, so muss sie gründlich auf ihre Falschheit oder Richtigkeit nachgeprüft werden. Harrisons Experimente (Ausschneidung der Anlage der Schwannschen Scheiden beim Embryo und dennoch nachher Bildung der Axenzylinder der Nervenwurzeln der Rückenmarksnerven) scheinen freilich der Apathyschen Theorie den Boden entzogen zu haben. Anderseits aber dürfte sich das Eindringen von Fibrillen aus fremden Neuronen, wenigstens in die oberflächliche Schicht des Protoplasmas einer Ganglienzelle, nach neueren Forschungen bestätigen. Freilich wäre dadurch die Neuronentheorie keineswegs umgestossen, sondern nur ergänzt. Statt eines einfachen Kontaktes, wie His, ich selbst, und später Ramon y Cajal angenommen haben, wäre der Zusammenhang durch Eindringen und sogar vielleicht durch sekundäre Verklebung intimer geworden. Das alles sind also noch ungelöste Fragen. Aber die histologische Technik schreitet in wunderbarer Weise fort und dringt immer mehr in die Geheimnisse des Neurones ein, so dass wir zuversichtlich in die Zukunft schauen dürfen: es ist schon viel entdeckt worden und es wird noch viel entdeckt werden.

4. Zwischen der feineren Histologie des Nervenelements und der groben Formanatomie des Nervensystems gibt es aber noch ein hochwichtiges Mittelgebiet, das von Burdach, Meynert und anderen zuerst erforscht wurde, das Gebiet der *gegenseitigen Gruppierung der Neuronen, ihrer Verknüpfungen und ihrer Qualität* oder der *Architektonik der Nervenelemente*, wie man es genannt hat. Es unterliegt keinem Zweifel, das die Dignität und die Funktionen der verschiedenen Abteilungen des Nervensystems ganz ausserordentlich verschieden sind. Die Elemente eines Herzganglions, einer vorderen Rückenmarkswurzel und der Hirnrinde sind aber nicht nur in ihrer Dignität und ihrer Funktion, sondern sogar in ihrem histologischen Bau recht deutlich verschieden. Es ist nicht zu verwundern. Den Schlüssel dieser Verschiedenheit gibt uns die Phylogenie, d. h. die Evolution. Die Elemente eines peripheren Ganglions gleichen dem Nervensystem eines ganz niedrigen Tieres; sie sind auch sozusagen niedrige Tiere in uns selbst. Die Elemente des Rückenmarkes z. B. sind auch noch phylogenetisch alt und bilden das Hauptnervenleben niedrigster Wirbeltiere oder Arthropoden. Die Elemente der Hirnrinde sind dagegen eine spätere Bildung, die allmählich durch ihre Komplikation und ihre Massenhaftigkeit die Herrschaft über das ganze Nervensystem höherer Tiere und vor allem des Menschen errungen hat.

Wir haben somit in der Architektonik des Nervensystems zwei Dinge zu unterscheiden: a) Die verschiedenen Formen oder Sorten von Neuronen je nach ihrer Struktur, ihrer Dignität und ihren Funktionen.

b) Ihre Gruppierung und ihre Verknüpfungen. Früher, als man lange Zeit gedankenlos von Zellen und Fasern als von den beiden Sorten der Elemente des Nervensystems sprach, nannte man das alles Faserungsanatomie, und sprach von Fasersystemen. Das geht heute nicht mehr. Die sogenannten Fasersysteme sind einfach die Nervenfortsätze bestimmter Neuronengruppen und begeben sich zu bestimmten andern Neuronen.

Das ganze Problem besteht also darin, die einzelnen Gruppen von Neuronen gleicher Dignität und gleicher Funktionen (wie z. B. der *Nervus trochlearis* mit seinem Kern) in ihrem Verlauf zu erkennen und von den andern Gruppen zu unterscheiden, und zwar in allen Teilen des Nervensystems, von der Hirnrinde bis zur Haut, zu den Schleimhäuten und zu allen Muskeln.

Das ist ein Riesengebiet der Forschung, das nur begonnen worden ist, und mit welchem sich in verdienstvoller Weise das *Neurobiologische Institut von Dr. Oskar Vogt in Berlin* zielbewusst und systematisch befasst. Bereits eine halbe Million Hirnschnitte sind dort nach feinsten Methoden angefertigt worden.

Damit man aber diesem Gebiete näher treten kann, muss man eine ganz genaue histologische Topographie aller Provinzen des Zentralnervensystems aufstellen. Es muss die ganze menschliche Hirnrinde, sowie alle übrigen Nervenzentren genau nach ihrem Zelleninhalt topographisch durchgearbeitet werden. Diese Riesenarbeit hat eben das erwähnte neurobiologische Institut in Berlin begonnen. Ist einmal diese Basis geschaffen, so kann mit Hilfe der Methoden, die wir noch besprechen werden, der Zusammenhang der Neuronen unter sich durch den Filz, den die Fasern der weissen und grauen Substanz bilden, auch genauer erforscht werden als bis jetzt.

Zur Architektonik gehört noch die Feststellung der Zahl der Nervenelemente. Es ist dies ein ausserordentlich vernachlässigtes und doch recht wichtiges Gebiet. Ich habe früher durch H. S c h i l l e r (Comptes-rendus des séances de l'Académie des sciences, Paris, 30. septembre 1889) die Zahl und das Kaliber der Nervenfasern des *Nervus oculomotorius* bei der neugeborenen und bei der erwachsenen Katze feststellen lassen, und, siehe da, die Zahl war bei beiden ungefähr die gleiche, um 3000 herum. Man hätte auch noch die Zellen zählen müssen, was jedoch viel schwerer ist. Diese Methode dient zunächst dazu, das Verhältnis der Elemente beim Neugeborenen und beim Erwachsenen festzustellen und dadurch herauszubekommen, ob ihre Zahl sich vergrössert oder nicht. Im Zentralnervensystem wenigstens scheint dies nach S c h i l l e r s Ergebnis nicht der Fall zu sein. Auch das Verhältnis der Zahl der Fasern zu der Zahl der Zellen wäre festzustellen. Einfach ist es

freilich nicht, um so mehr, da Cajal und Kölliker den Nachweis der kollateralen dichotomischen Teilung so vieler Nervenfasern erbracht haben. Erst in allerletzter Zeit hat Boughton[1]) die Sache nachgeprüft und behauptet umgekehrt, ein Wachstum der Faserzahl bewiesen zu haben.

Die eben unter 4. erwähnten Aufgaben der Entwirrung der Architektonik der Neuronen, d. h. ihrer Gruppierung, ihrer Verknüpfungen und ihrer Struktur, bildet den Knotenpunkt der Morphologie des Nervensystems, die wiederum die unentbehrliche Basis der Neurobiologie abgeben muss.

5. *Die Entwicklungsgeschichte des Nervensystems* ist untrennbar von seiner fertigen Architektonik, denn letztere entwickelt sich ja von Stufe zu Stufe aus der ersten Embryonalanlage der Nervenzentren in der Rückenfurche und in den Hirnblasen des Embryos, durch alle Phasen seines späteren Wachstums und durch die erste Kindheit hindurch, bis zu ihrem fertigen Zustand. Je nach ihrer oben besprochenen Dignität und Funktion entwickeln sich die verschiedenen Nervenzentren sehr ungleichzeitig. Meynert war der erste, der darauf aufmerksam machte, dass gewisse Neuronensysteme (Fasersysteme) im Embryo früher markweiss werden als andere, indem sie sich früher mit Myelin umgeben, und dass man daraus wertvolle Winke für die Architektonik der Fasersysteme gewinnen dürfte. Dieses ist auch seither geschehen (Flechsig, Vogt und andere), aber es gibt noch allerlei andere wichtige Anhaltspunkte, die von der Embryologie der Neurobiologie geliefert werden.

Man darf jedoch die Entwicklungsgeschichte nicht auf ihre anatomische Seite beschränken. Es gibt auch eine Physiologie des Embryonallebens, eine Biologie des Embryos und des Kindes überhaupt, und vor allem, was für die Neurobiologie nächst der embryologischen Morphologie am wichtigsten ist, eine Entwicklungsgeschichte der Kinderseele, der Psychologie, wie sie von Kussmaul, Preyer und anderen zuerst skizziert worden ist.

6. *Die vergleichende Anatomie, Histologie, Architektonik und Embryologie des Zentralnervensystems* bildet ferner einen umfangreichen Zweig und zugleich eine unentbehrliche Methode der neurobiologischen Forschung. Sie verrät die zahlreichen Wege, durch welche die Evolution der Nervensysteme der verschiedenen Tiersorten im phylogenetischen Zusammenhang ihre heutige Verschiedenartigkeit zu stande gebracht hat. Vertieft man sich dabei genügend in den Zusammenhang von

[1]) The Increase in the Number and Size of the medullated Fibres in Oculomotorius of the Rat and of the Cat of diff. Ages (Journ. of compar. Neurology and Psychology XVI. 1906).

Form und Funktionen, so gelangt man in eine wunderbare Welt der Harmonie zwischen Geist und lebendes Nervensystem. Was früher als Rätsel und Spielerei erschien, erweist sich heute als das grossartigste Naturgebäude, wo nichts zwecklos, nichts ohne Grund vorhanden ist. Die ganze vergleichende Psychologie oder Biologie findet ihre Erklärung im Bau des Nervensystems der verschiedenen Tierformen. Wenn die kleinere Krähe in allen Beziehungen dem grösseren Huhn überlegen ist, so hat dies ihre Erklärung in der morphologischen Ueberlegenheit ihres Grosshirnes, obwohl ihr Rückenmark schmächtiger ist. Wenn der Ameisenarbeiter in der Ameisengesellschaft herrscht und alles ordnet, während das Männchen nur blöde herum liegt und sich füttern und tragen lässt, so hängt dies mit dem mächtigen Grosshirn des Arbeiters zusammen, während dieses Organ beim Männchen rudimentär ist, und dergl. mehr. Das elektrische Organ der elektrischen Fische beruht ebenfalls auf einer spezialistischen Differenzierung des Nervenmuskelsystems. Wenn bei vielen Fischen nicht mehr das Grosshirn, sondern das Mittelhirn zum leitenden Zentrum der Fischintelligenz wird, so kommt es daher, dass bei diesen Tieren das Mittelhirn am stärksten und am höchsten entwickelt ist u. s. f.

Wer vergleichende Anatomie des Nervensystems sagt, sagt also vergleichende Physiologie, — Psychologie und — Biologie, und das ist ein Gebiet, aus welchem die künftige Forschung mit vollen Zügen schöpfen kann. Ich kann gewisse Leute nicht begreifen, die da meinen, man habe schon so viel geforscht und entdeckt, dass für sie nichts mehr übrig bleibe. Es kommt mir vor, dieselben hätten einen merkwürdigen Schleier vor den Augen. Wenn man bedenkt, dass schon mehr als 500 000 Tierarten beschrieben sind und dass jede Art ihre besonderen morphologischen und biologischen Eigenheiten besitzt, so muss man doch fürwahr zugeben, dass es noch genug Arbeit gibt. Ich war in meiner Kindheit naiv genug, um mir einzubilden, ich könne mit der Ameisenforschung fertig werden, und heute sehe ich, dass erst damit begonnen wird. Wir haben ca. 5000 Arten und Varietäten in groben Zügen beschrieben; jeden Tag treten neue hinzu und von einer Erforschung der Biologie der einzelnen ist erst noch für wenige die Rede.

Dass der Mensch für den Menschen sich zunächst interessiert, ist verzeihlich und naheliegend. Hat er aber einmal erkannt, dass er nur ein Glied in der Tierreihe bildet, und dass sein Hirn, das Organ seiner Seele, aus dem Tiergehirn und somit aus der Tierseele stammt, so muss er doch zur Erkenntnis gelangen, dass das Studium der Neurobiologie dieser seiner Verwandten das grösste Licht auf sein eigenes Nerven- und Seelenleben werfen muss. Aber mehr. Wir haben bereits von den verschiedenen Menschenrassen gesprochen, die uns ganz sacht wenigstens

zu einer Annäherung an unsere nächsten lebenden Tierverwandten, den anthropoiden Affen, führt. Für etwaige abgestorbene Zwischenglieder besitzen wir zwar leider nur einige fossile Schädel, die jedoch nicht zu verachten sind. Wir sagten oben, die vergleichende Anatomie des Gehirnes niederer Menschenrassen sei ein wichtiges und noch wenig erforschtes Gebiet. Der religiöse Aberglaube jener Urvölker macht es sehr schwer, deren Gehirn zu erhalten. Es steht dennoch zu hoffen, dass diese Schwierigkeit mit der Zeit überwunden werden wird, und dass wir zuverlässige Beschreibungen und Wägungen der Gehirne unserer verschiedenen Rassen in grösserer Zahl erhalten werden.

Am andern Ende der Reihe stehen die ersten Anfänge des Nervensystems, nämlich seine Abstammung aus den Epithelzellen, und dieses Ende führt uns zu dem zuallererst besprochenen Forschungsgebiet, zur Neurobiologie der einzelligen Wesen, zurück.

7. *Die Pathologie, d. h. die krankhaften Veränderungen des Nervensystems*, bildet auch für die Neurobiologie ein wichtiges Gebiet. Sie kommt auf zwei Wegen zustande:

a) entweder wird das fertige, normale Nervensystem von Schädlichkeiten betroffen, die es stören oder gar teilweise zerstören (erworbene Krankheiten),

b) oder das Chromatin der sich konjugierenden Keimzellen, aus welchen ein Einzelwesen wird, hat durch Erkrankung oder Vergiftung der Erzeuger in seiner intimen Molekulartextur gelitten. Dieses Leiden kann eine der beiden Keimzellen oder alle beide treffen. Dann entwickeln sich die erblichen Anlagen des daraus entstehenden Embryos abnorm; es gibt sogenannte Entartungen oder Missbildungen, d. h. Abnormitäten, die schon im Keime des Individuums vorgebildet sind. Diese Art der Pathologie habe ich Blastophthorie genannt.

Sind die Keimanlagen z. B. durch Vergiftung eines Keimträgers einmal blastophthorisch verändert, so kann die Missbildung des Erzeugten mittels der gewöhnlichen Vorgänge der erblichen Uebertragung durch die Keime, ohne dass der Erzeugte sich selbst weiter vergiftet, bei einzelnen seiner Nachkommen wieder erscheinen. Dieses bildet den Uebergang der Krankheit der Keimanlage zur gewöhnlichen Vererbung. Auf der andern Seite können Schädlichkeiten, die einen bereits gebildeten Embryo während seiner Entwicklung treffen, seine ganze spätere Entwicklung in bestimmten Richtungen stören oder hemmen. Dieses bildet wiederum den Uebergang der Blastophthorie zu den gewöhnlichen Krankheiten des Erwachsenen.

Die Blastophthorie (besonders bei Alkoholvergiftung eklatant nachgewiesen) und die Embryonalerkrankungen spielen eine hervorragende Rolle beim Zentralnervensystem.

Besonders wichtig ist die Tatsache, dass einmal zerstörte Elemente des Zentralnervensystems, sei es im Embryo, sei es beim Erwachsenen, sich nicht mehr neu bilden. Daraus entstehen Lücken und Entwicklungshemmungen wichtigster Sorte, die man beim Idiotismus, bei Porencephalie und dergl. beobachtet, und die zum Teil von grösster Bedeutung für die Erforschung der Hirnanatomie werden können. Sind einmal gewisse Teile von Neuronengruppen zerstört, so gehen die übrigen Abteilungen der gleichen Neuronen in ihrem ganzen Zusammenhang bekanntlich rasch durch sogenannte sekundäre Degeneration zu grunde. Dem Ausfall der Substanz entspricht auch der Ausfall der Funktionen u. s. w. Auf dieser Tatsache beruhen die Forschungsmethoden mittels sekundärer Degenerationen, wie sie Türck und andere mit glänzendstem Erfolg für die Hirnanatomie benutzt haben.

Aber die ganze Nervenpathologie an sich, soweit sie sich durch die Veränderungen der physiologischen und psychologischen Funktionen kundgibt, wirft das grösste Licht auf die Neurobiologie. Viele normale Funktionen werden durch ihre Störungen am besten verstanden; ich erwähne nur die Lähmungen, die Aphasie und die Hallucinationen als Beispiele. Man sieht also, die Nervenpathologie bildet wiederum ein mächtiges Forschungsgebiet der Neurobiologie. Man darf ihren Wert weder überschätzen noch unterschätzen, aber man muss ihre Ergebnisse fleissig benutzen.

8. Nahe verwandt mit der pathologischen Methode ist die *Experimentalmethode Waller-Gudden-Marchi.* Hier wird zielbewusst eine bestimmte Gruppe von Nervenelementen, Zellen oder Fasern operativ entfernt. Man lässt dann das Tier weiterleben und studiert einerseits den funktionellen Ausfall während des Lebens, und anderseits die sekundäre Degeneration nach dem Tode im Zentralnervensystem. Gudden hat speziell und sehr zielbewusst junge Tiere kurz nach der Geburt operiert. Hier wandelt sich die Degeneration rasch in eine bedeutende Atrophie des ganzen Restes des lädierten Neurones um. Auf diese Weise haben Gudden und wir, seine Schüler, sehr viele Zusammenhänge im Gefilz des Zentralnervensystems entwirrt, die früher ohne diese Methode nicht zu entwirren waren. Ein grosser Teil der lokalen Lädierungen des Zentralnervensystems beim Embryo liefert sozusagen pathologische Naturexperimente, die denjenigen der Guddenschen Methode ganz nahe kommen, aber das Individuum entweder noch früher im Mutterleib selbst treffen, und dadurch oft noch grössere Entwicklungshemmungen hervorrufen, oder umgekehrt später, wenn das Hirntrauma erst das Kind trifft. Marchis Methode färbt die erst beim Erwachsenen vorkommenden oder experimentell erzeugten sekundär-degenerierten Faserbahnen am besten.

Die Waller-Guddensche Methode hat keineswegs ihr letztes Wort gesprochen.

9. Die ganze *experimentelle Physiologie des Nervensystems* bildet eine weitere Forschungsmethode der Neurobiologie, die ebenfalls von grossem Wert ist. Ich erinnere nur an Flourens, an Golz, an Joh. Müller, an Helmholtz, an Vulpian, an Duchenne, an Schiff, an Hitzig, an Horsley, an Munk und andere mehr und will mich hier nicht über die bekannten Methoden der Physiologie weiter ausbreiten, um nicht Eulen nach Athen zu tragen. Wenn aber die Physiologie sich aus Facheinseitigkeit auf ihre Reiz- und Schneidmethoden, auf ihre chemischen Reaktionen und auf ihr Studium der Reflexe beschränkt, ohne den Zusammenhang mit den Resultaten der übrigen neurobiologischen Methoden zu beachten, so beraubt sie sich eines weiteren Blickes und artet in kleine Detailforschungen aus.

10. *Die physiologische Psychologie*, als spezielle Erforschung der den psychologischen Erscheinungen entsprechenden äusseren physiologischen Bedingungen, sofern solche messbar und zählbar sind (Fechner, Wundt, Kraepelin etc.), verdient auch eine grosse Beachtung. Sie wird mit andern Methoden in ausgiebiger Weise, besonders im prachtvoll organisierten psychologischen Laboratorium Kraepelins auf der psychiatrischen Klinik zu München, ausgeübt. Hier wird ebenfalls die Neurobiologie sehr gefördert, besonders von ihrer psychologischen und psycho-pathologischen Seite.

11. Endlich gehört die *Psychologie* selbst unbedingt zur Neurobiologie. Sie muss aber aus ihrer einseitigen, rein introspektiven Selbstbeobachtungsmethode heraus. Sie muss sich vor allem, einerseits auf die Psycho-Physiologie und anderseits auf die vergleichende Psychologie der Menschen und der Tiere stützen. Die reine Ichintrospektion kann uns nicht weiter führen als zu den herkömmlichen, altbekannten Selbstbeobachtungen und Träumereien. Nur in Verbindung mit der Biologie der andern Menschen und der Tiere und mit den übrigen Zweigen der Neurobiologie kann sie vorwärts kommen. Sie bedarf auch dringend der Vergleichung mit der Pathologie des Gehirnes, vor allem mit den geistigen Störungen. Die Irrenanstalt ist eine vorzügliche psychologische Schule. Sie zeigt uns bei andern die Verrenkung der Geistesfunktionen und ihren Zusammenhang mit den Störungen der Hirntätigkeit. Sie liefert uns ferner das schönste Vergleichmaterial zum Verständnis unserer eigenen Introspektion.

Aber auch der von der offiziellen Welt in den Hochschulfakultäten noch so sehr verachtete *Hypnotismus*, die *Suggestionslehre*, liefert uns eine vorzügliche psychologische und daher auch neurobiologische Forschungsmethode, die sich sehr zweckmässig mit Heilzwecken ver-

binden lässt.[1]) In neuerer Zeit hat sich noch die *Psychoanalyse* im Sinne Freuds, Jungs, Bezzolas und Franks hinzugesellt und sich ihrer ersten (Freudschen) Schlacken entledigt.

Man muss dazu kommen, das alte Vorurteil zu überwinden, das da lehrt, das Neurokym (die Physiologie) müsse für sich allein und die Psychologie auch für sich allein studiert werden. Beide behandeln das gleiche Ding und sind daher, trotz der Verschiedenheit der Methoden, untrennbar verbunden. Wer die eine allein kennt, geht auf Irrwege und verliert sich darin.

Man sieht also, wie mannigfaltig die Methoden der Neurobiologie sind, wenn wir dieses Wort für die Gesamtheit des Gebietes wählen. Es ist zwar einem Menschen unmöglich, alle Methoden dieser Disziplin vollständig zu beherrschen; doch kann sich der neurobiologische Forscher wenigstens in die Grundsätze und in die synthetischen Ergebnisse jener diversen Methoden hineinarbeiten. Hat er dieses getan, so wird er sein spezielleres Forschungsgebiet nicht mehr mit der Kurzsichtigkeit des spezialisierten Fachmannes betrachten. Er wird sich klar werden, dass ein harmonisches Zusammenwirken aller dieser Forschungsmethoden nötig ist, um das stolze Gebäude der Erkenntnis des menschlichen Nervensystems richtig aufzubauen. Ein Fortschritt ist in den letzten Jahren unverkennbar. Die schlimmste Zeit für die Neurobiologie mit Bezug auf Facheinseitigkeit und Stagnation war entschieden das zweite Drittel des 19. Jahrhunderts. Man fängt an, wenigstens die Notwendigkeit des Zusammenhanges immer mehr zu erkennen. Das ist der Beginn eines höheren Fortschrittes.

Als Ausdruck jenes neueren Fortschrittes müssen wir vor allem die Entstehung solcher Werke wie das Vogtsche neurobiologische Institut in Berlin und die Laboratorien der psychiatrischen Klinik in München bezeichnen. Ganz besonders möchte ich hier auf das grossartige Material des Berliner Institutes hinweisen, ebenso auf seine vorzügliche Leitung. Es sollten alle Forscher auf neurobiologischem Gebiet die Mühe nicht scheuen, sich in solche Institute hineinzuarbeiten, um zur selbständigen Forschung zu gelangen. Das gebotene Material muss ihnen bei nötiger Geduld die Augen öffnen. Bei derartigen Forschungen darf man nicht nach altbekanntem Rezept wie ein Schulknabe zum Lehrer gehen, und darauf warten, dass er einem eine fertige Weisheit eintrichtert. Man muss als Forscher hingehen, der in das gebotene Material hineinwandert wie ein Botaniker oder ein Zoologe im Urwald, um selbständig die Wahrheit zu finden, d. h. die Natur und den Zu-

[1]) Siehe: Forel, Der Hypnotismus oder die Suggestion und Psychotherapie, Stuttgart 1907 bei F. Enke. V. Auflage.

sammenhang ihrer Erscheinungen durch Beobachtungen und Experimente zu erforschen. Der Unterschied ist nur der, dass der Urwald von selbst da liegt, während er hier erst im Institut vorbereitet resp. vorgearbeitet werden musste. Ein Zwischending zwischen Urwald und neurobiologischem Institut wären etwa die Zoologischen Stationen in Neapel und Roscoff!

Man wolle es mir verzeihen, wenn ich diese allgemeine Skizze der Aufgaben der Neurobiologie meinen alten Spezialarbeiten über Hirnanatomie beigebe. Sie ist sozusagen das Testament eines Toten, der heute durch die Arbeit anderer die Verwirklichung seiner früheren Ideale beginnen sieht und sich darüber freut, dass gar manche Dinge, die ihm damals auf unüberwindliche technische Schwierigkeiten zu stossen schienen, nun doch erreicht werden können. Als wir früher Hirnanatomie trieben und ihren Zusammenhang mit der Psychologie und Psycho-Pathologie suchten, lachte man uns als Utopisten aus; wir haben doch nicht verzagt. Heute lacht man schon weniger, obwohl noch an manchem Orte das bekannte überlegene Lächeln des Vorurteils sich breit macht. Es wird aber immer klarer, dass dieses Lächeln nur die Hohlheit engherziger Voreingenommenheit und vielfach die Unwissenheit verdeckt.

Als Wissenschaft des Menschlichen im Menschen bildet die Neurobiologie wohl die Grundlage zum Gegenstand der in der Zukunft zu erreichenden höchsten menschlichen Erkenntnis. Sie wird und muss immer mehr Bearbeiter, immer mehr Anerkennung finden, insofern unsere Kultur vorwärts und nicht rückwärts soll. Sie wird aber auch für die Sociologie (und für die Hygiene des Geistes, auf welche eine richtige Sociologie fussen muss) die richtige wissenschaftliche Basis abzugeben haben.

Habilitations-Thesen.

Bei meiner *Habilitation* als Privatdozent der med. Fakultät der Ludwig-Maximilians-Universität zu München am 2. März 1877 habe ich folgende hirnanatomische und psychologische Thesen aufgestellt und verteidigt (ich lasse die übrigen weg, die andere Fragen berührten):

1. Sämtliche Eigenschaften der menschlichen Seele können aus Eigenschaften der Seele höherer Tiere abgeleitet werden.
2. Die Verbindungen der Teilungsäfte der Nervenzellenfortsätze mit den Nervenfasern im Zentralnervensystem der Säugetiere sind noch unbekannt.
3. Das hintere Längsbündel der Haube von Meynert ist nach obenzu höchstens bis zur hinteren Kommissur verfolgbar.
4. Die zwei unteren Hügel des Vierhügels und die corpora geniculata interna haben mit dem Gesichtssinn nichts zu tun.

Die erste These wurde sehr heftig von Professor Bischoff (Anatom) angegriffen!

Beiträge zur Kenntnis des Thalamus opticus und der ihn umgebenden Gebilde bei den Säugetieren.[1])

(Als Doktor-Dissertation benutzt.)

(Hierzu Tafel I. II.)

Der k. Akademie der Wissenschaften in Wien vorgelegt in der Sitzung vom 6. Juni 1872.

Folgende Untersuchungen habe ich unter der Leitung von Herrn Professor Meynert angestellt, welcher die Gefälligkeit hatte, mir seine zahlreichen Präparate, bestehend aus Reihen durchsichtiger Querschnitte und Längsschnitte von Säugetiergehirnen (Affe *[Macacus cynomolgus]*, Katze, Meerschwein, Fledermaus *[Vespertilio pipistrella]*, Känguruhratte *[Hypsiprimnus murinus]*, Maulwurf), sowie die in Weingeist aufbewahrten Stammhirne verschiedener Säugetiere aus seiner Sammlung zu diesem Zwecke zur Verfügung zu stellen. Daneben habe ich das Gehirn einer Maus und jenes eines Maulwurfes in Querschnitte zerlegt, endlich auch die Oberfläche und äussere Form frischer Gehirne untersucht.

In Strickers Handbuche der Lehre von den Geweben hat Meynert den Bau und die Verhältnisse des *Thalamus opticus* beim Menschen beschrieben, ist aber, dem Zwecke des Buches entsprechend, weniger auf die Unterschiede in der Säugetierreihe eingegangen.

Den Versuch, das ganze zentrale Nervensystem der Wirbeltiere darzustellen, machte Stieda in Dorpat (Stieda, I, II);[2]) der *Thalamus opticus* ist aber gerade in dieser Arbeit sehr wenig eingehend behandelt. — Stieda gibt sich am meisten mit der Beschreibung der Formelemente (Nervenzellen) ab. Diese bieten aber, für sich genommen, kein Bild der Gehirnzusammensetzung überhaupt und am allerwenigsten charakterisieren sie das Gefüge der Stammganglien.

Ich setze mir daher nicht die Aufgabe, sie nochmals besonders zu beschreiben.

---

[1]) Aus dem LXVI. Bande der Sitzb. der k. Akad. der Wissensch. in Wien, III. Abt. Juni-Heft. Jahrg. 1872.

[2]) Ich bezeichne die verschiedenen Abhandlungen der zitierten Autoren einfach durch römische Ziffern, welche dem meiner Arbeit angeschlossenen Literaturverzeichnisse entsprechen.

Die älteren Autoren unterschieden das zentrale Höhlengrau des dritten Ventrikels vom Sehhügel nicht, und man muss gestehen, dass eine scharfe Begrenzung zwischen beiden noch jetzt nicht ermittelt worden ist, trotzdem kein Zweifel über ihre verschiedene Bedeutung existiert. Ebenso ist der hintere Teil des Thalamus von der ganzen Substanz der Haube nicht streng abzugrenzen. Meynert (IV) fasst die Form des Sehhügels als die eines Bogens auf, der um eine aus den Vierhügelarmen und aus dem *Corpus geniculatum internum* bestehenden Queraxe gerollt ist. Dieses Verhältnis ist bei den Affen am allerschönsten und beim Menschen ebenfalls sehr deutlich zu erkennen. Bei den anderen Säugetierordnungen aber fehlt, wie wir sehen werden, der hinter der Queraxe gelegene Teil des Sehhügels, das Pulvinar, ganz oder ist nur rudimentär entwickelt, so dass eigentlich nur die allerdings grössere vordere Partie des Bogens übrig bleibt. Dieser vordere Teil, der eigentliche Thalamus, ist vorn in allen Richtungen verengert, und hinten besonders in die Breite (horizontaler Querdurchmesser) erweitert. Da seine innere Wand in streng sagittaler Richtung von vorn nach hinten verläuft, muss also seine äussere (an die innere Kapsel stossende) Wand, in ihrem Verlaufe nach hinten, nach aussen abweichen und länger sein, als die innere, was bei allen Säugetieren der Fall ist. Genaue Beschreibungen der äusseren Form und der Bestandteile des Sehhügels beim Menschen sind schon vorhanden, und um unnütze Wiederholungen zu vermeiden, setze ich sie als bekannt voraus.

Um den Sehhügel der Säugetiere zu verstehen, müssen nicht nur er selbst und seine Bestandteile, sondern auch seine Verhältnisse zu den ihn umgebenden Gebilden (zentrales Höhlengrau des III. Ventrikels, *fornix* mit dem *corpus mamillare, tractus opticus* mit den *corpora geniculata*, Vierhügel, Haube, innere Kapsel, *septum pellucidum*, Grosshirnlappen) studiert werden.

Das Pulvinar tritt bei Säugetieren gegen die übrige Sehhügelmasse, und mit dem des Menschen verglichen, in seiner Entwicklung zurück. Beim Menschen ist es der breiteste Teil des ganzen Thalamus; bei den Affen wird es schon sehr schmal und verlängert sich sichelförmig nach hinten, seitwärts und unten. Bei den übrigen Säugetieren, die ich untersuchte, war das Pulvinar nur ganz kurz oder fehlte vollkommen; seine Stelle war teilweise durch das *corpus geniculatum externum* eingenommen.

Dieses höchst wichtige Verhältnis muss näher beschrieben werden. Zu diesem Ergebnisse wurde ich dadurch geführt, dass Herr Professor Meynert mich auf den merkwürdigen Hochstand des *corpus geniculatum externum* bei der Katze (Fig. 3) aufmerksam machte. — Wenn man die Beschreibungen und Abbildungen von Säugetieren bei den meisten Autoren durchsieht, so findet man gewöhnlich für diese

Gegend, vom Menschen- und Affenhirne abgesehen, sehr unklare Bezeichnungen.

Das *corpus geniculatum externum* wird meist gar nicht bezeichnet (Gudden II, Stieda I und II) und ebensowenig das Pulvinar; als *corpus geniculatum* wird nur das *corp. gen. internum* gedeutet.

Andere, meist ältere Autoren, die ohne Mikroskop untersuchten, hatten die Sache viel richtiger aufgefasst und das *c. gen. ext.* an der rechten Stelle beschrieben (Gratiolet, Longet) oder abgebildet (Inzani und Lemoigne, Taf. III, Fig. 1 und 2), ohne aber dabei auf das Zurücktreten des Pulvinar aufmerksam gemacht und ohne die innere Struktur näher besprochen zu haben; Luys bildet es auch richtig beim Rinde ab (Luys, Taf. XXXIX, Fig. 17).

Am wenigsten war hierüber J. Wagner orientiert, dessen „Optikuskern des Thalamus“ wie Meynert (IV) schon bemerkt hat, nichts anderes ist als eben das *c. gen. ext.*, und dessen *c. gen. ext.* nicht zu enträtseln ist.

Wenn wir die gemeinsamen Charaktere des Pulvinar beim Menschen und Affen ins Auge fassen, so sehen wir erstens, dass es einen Winkel mit dem übrigen Teile des Sehhügels bildet, indem der innere Rand des letzteren, welcher vom *tuberculum anterius* bis zur hinteren Kommissur in sagittaler Richtung verläuft (so dass der eigentliche Thalamus direkt von vorn nach hinten gerichtet ist), sich dann plötzlich nach aussen wendet, um den Vierhügeln Platz zu machen, und indem in dieser Weise das ganze Pulvinar eine Richtung zugleich nach aussen und hinten nimmt.

Zweitens geht das Grau des eigentlichen Thalamus unmerklich in das des Pulvinar über, indem letzteres nichts anderes als die unmittelbare Fortsetzung vom oberen Teile (oberes Lager) seines hinteren Endes nach hinten und aussen ist. Demgemäss kann das Pulvinar nicht auf dieses obere Lager zu liegen kommen, sondern nur auf weiter hinten und seitlich gelegene Gebilde, wie die Kniehöcker. Wenn also in Fig. 6, 7, 8 der als *c. gen. ext.* bezeichnete Teil, wie ersichtlich, oberhalb des eigentlichen Thalamus (seines oberen Lagers) liegt, so kann er dem Pulvinar in keiner Weise entsprechen, um so mehr, da das Pulvinar sich von vorn nach hinten verengert, wogegen der genannte Teil sich allmählich von hinten nach vorn verdünnt.

Drittens wird die Substanz des Pulvinar durch die Bündel des vorderen Zweighügelarmes rücksichtslos durchbrochen (Affe: Fig. 1; Mensch: Meynert IV, Fig. 249 *Bs*).

Viertens endlich zeigt das Pulvinar nichts, was der bei höheren Säugetieren charakteristisch geschichteten Struktur des *c. gen. ext.* ähnlich sei. Beim Menschen und Affen sind beide Kniehöcker vom

Pulvinar bedeckt (Affe: Fig. 1; Mensch: M e y n e r t IV, Fig. 249); das *c. gen. ext.* erscheint wie von ihm nach hinten und unten geschoben und liegt tiefer als das *c. gen. int.* (Fig. 1). — Beim Affen wird sogar das *c. gen. ext.* vom Pulvinar überwölbt, so dass letzteres im Längsschnitte hinter ihm erscheint (M e y n e r t IV, Fig. 233).

Werfen wir jetzt einen Blick auf Fig. 3, welche die Verhältnisse im Längsschnitte bei der neugeborenen Katze darstellt, so sehen wir, dass das durch seine typische Struktur unverkennbare *c. gen. ext.* oberhalb des *c. gen. int.* liegt, dass es sogar, bis zur oberen Fläche des Thalamus reichend, einen Teil derselben bildet und dass das kurze Pulvinar etwas von ihm bedeckt erscheint. Wenn wir dann Fig. 3 mit Fig. 10 vergleichen, welche die Ansicht des Stammhirnes einer Katze, von oben betrachtet, darbietet, so kann über die Bedeutung der äusserlich sichtbaren Teile kein Zweifel mehr obwalten. An der oberen Fläche des Stammes trennt eine seichte, von hinten nach vorn verlaufende und nach innen konvexe Rinne die obere Fläche des Thalamus von der des *c. gen. ext.* Bei der Katze treten übrigens andere, etwas störende Verhältnisse hervor, welche wohl auch bei den anderen Raubtieren vorhanden sein dürften. Das *c. gen. int.* erreicht nämlich eine gewaltige Grösse, springt kugelig hervor, wie ein breit aufsitzender Polyp und drängt den unteren Teil des *c. gen. ext.* nach vorn; da aber zugleich das noch vorhandene Pulvinar den oberen Teil des *c. gen. ext.* nach hinten schiebt, erscheint letzteres im Längsschnitte S-förmig gebogen, und es entsteht eine tiefe Furche zwischen beiden Kniehöckern. Durch das gänzliche Fehlen des Pulvinar bei anderen Säugetieren verschwindet die Furche wieder, so dass das *c. gen. ext.* sich nach vorn und innen (medianwärts) ausdehnen kann. Dass es sich bei der Katze wirklich noch um ein kurzes Pulvinar handelt, kann ich dadurch bestätigen, dass ich dessen Durchbrochenwerden durch Fasern des vorderen Zweihügelarmes an Querschnitten deutlich sehen konnte. Weil aber der untere Teil des *c. gen. ext.* weiter vorn als der obere, und in der besprochenen Furche versteckt liegt, erscheint er zuerst in den Querschnitten als runder Durchschnitt, anscheinend mitten in der Thalamussubstanz, an einer Stelle, deren vorderstes Ende in Fig. 2 X angedeutet ist. Aehnlich wie bei der Katze scheint mir das Verhältnis, dem äusseren Ansehen des Stammhirnes nach, beim Hunde und Seehunde zu sein.

Beim Schafe, Pferde und Schweine rückt das ganze *c. gen. ext.* mehr nach vorn, oben und innen (medianwärts), indem es, von keinem Pulvinar mehr gehindert, sich über den hinteren Teil des eigentlichen Thalamus flächenhaft ausbreitet und eine grosse Mächtigkeit erreicht. — Das ebenfalls sehr mächtige *c. gen. int.* erscheint dann fast ganz unbedeckt nach hinten und tritt etwas mehr nach oben hervor. Soweit ich diese

Verhältnisse an frischen und an in Alkohol gehärteten Gehirnen studieren konnte, scheint mir kein Pulvinar mehr vorhanden zu sein, ausser etwa einer ganz stumpfen Andeutung desselben beim Pferde. Der kurze und breite übrig bleibende eigentliche Thalamus wird in seinem hinteren Teile vom *c. gen. ext.* nach aussen und teilweise nach oben halbkreisförmig begrenzt, wie man es an Durchschnitten von frischen Präparaten deutlich sehen kann.

Bei den niederen Säugetieren (Meerschwein, Kaninchen, Maus, Maulwurf, Fledermaus,[1]) Känguruhratte) geht die Veränderung in demselben Sinne wie bei den vorigen weiter, indem das *c. gen. ext.* noch mehr nach oben und vorn rückt; folglich kommt das *c. gen. int.* hinter ihm ganz frei und dabei fast ebenso hoch zu liegen (Fig. 6, 7, 8, 9). Etwas, was mit dem Pulvinar zu vergleichen wäre, existiert nicht mehr; der Thalamus erstreckt sich ganz gerade in sagittaler Richtung von vorn nach hinten und geht allmählich direkt in die graue Substanz der Haube über, was ich an den in dünne (ohne Lücke einander folgende) mikroskopische Querschnitte vollkommen zerlegten Gehirnen der betreffenden Säugetiere sicher konstatieren konnte (vgl. Fig. 8 und 9, erstere in der Ebene des *c. gen. ext.*, letztere in der des *c. gen. int.*). So kommen wir zu der Tatsache, dass nur beim Menschen und Affen beide Kniehöcker sich wirklich als *externum* und *internum* verhalten, bei der Katze aber als *superior* und *inferior*, bei den niederen Säugetieren als *anterior* und *posterior*, und dass sie bei den Ungulata ein intermediäres Verhältnis zwischen den beiden letzten Gruppen einnehmen. Dass das *c. gen. ext.* bei den niederen Säugetieren nicht mehr eine geschichtete Struktur wahrnehmen lässt, ist nicht erstaunlich, da sie schon bei der Katze weniger scharf als beim Menschen und Affen ist. In vielen Schnitten von der Katze konnte ich sie nur schwer erkennen. — Bei jenen kleinen Tieren sind die feineren Nervenfasern des Gehirns so zart, dass sie durch die Karminimbibition nicht mehr so deutlich als bei den grossen hervortreten und meist wie die graue Substanz rot tingiert erscheinen, was sich durch eine sehr schmale Breite der Markscheide erklären lässt. Man sieht übrigens immer deutlich die Einstrahlungen des *tractus opticus* ins *c. gen. ext.* (Fig. 7). Eine andere Erklärung von hoher Wahrscheinlichkeit für das Fehlen der blättrigen Struktur wäre das Fehlen oder wenigstens das spärliche Vorhandensein von Hemisphäreneinstrahlungen in dasselbe bei niederen Säugetieren (vergl. Meynert IV, S. 741). Stieda unterscheidet das *c. gen. ext.* von der Thalamussubstanz nicht.

---

[1]) Wenn ich den Maulwurf und die Fledermaus zu den niederen Säugetieren rechne und die Nager nach den Ungulata stelle, so weiss ich wohl, dass ich zoologisch ganz fehlerhaft verfahre; die Stufen der Gehirnentwicklung gliedern sich aber, wie schon längst bekannt, nicht nach der zoologischen Einteilung.

Von grosser Wichtigkeit und mit dem Vorhergesagten zusammenhängend sind die Verhältnisse des *tractus opticus*. Es ist bekannt, dass beim Menschen und Affen der *tractus opticus* sich in zwei fast gleich starke Zweige teilt, von welchen der eine ins *c. gen. ext.*, der andere ins *c. gen. int.* übergeht. Letzterer schliesst sich, nach Durchstreifung der Substanz des inneren Kniehöckers und teilweisen Verbindung mit dessen Zellen, reduziert an beide Vierhügelarme an (Meynert). Ersterer strahlt teilweise pinselförmig ins *c. gen. ext.* ein, teilweise umhüllt er es mit einer Markkapsel. Daneben sind noch direkte Verbindungen der tiefen Fasern des *tractus* mit dem Sehhügel (innere Sehhügelwurzel des Sehstreifens, Meynert II) und der oberflächlichen mit dem *stratum zonale* (also auch mit dem Thalamus, und zwar mit seinem Pulvinar) vorhanden. Je mehr wir in der Säugetierreihe hinabsteigen, desto mächtiger wird der Tractus-Anteil des *c. gen. ext.*, desto schwächer der des *c. gen. int.* — Man sieht bei dem Schafe, dem Pferde, dem Schweine, der Katze, dem Meerschweine und der Maus fast sämtliche oberflächliche Tractus-Fasern, das *c. gen. ext.* bedeckend, zuerst etwas nach vorn gegen die Mittellinie ziehen, und dann alle zusammen nach hinten umbiegen, um sich, vom *tractus transversus pedunculi* quer gekreuzt, in die Substanz des Ganglion der vorderen Zweihügel einzusenken. Dieses Verhältnis ist schon von Gratiolet und Longet beim Rinde, Schafe etc. richtig erkannt und beschrieben worden. Am frischen Gehirne der Katze ist es womöglich noch schöner ausgeprägt, wie man aus Fig. 10 ersehen kann, deren Zeichnung ich der Gefälligkeit des Herrn Hütter in Wien verdanke.

Ich habe diese Fasern durch Abfaserung am Stammhirne eines Schafes bis weit nach hinten unterhalb der mächtigen oberflächlichen grauen Schichte der vorderen Zweihügel (welche bei diesen Tieren sich schon von aussen so auffallend durch ihre Farbe kund gibt, beim Menschen und Affen aber nur durch im oberflächlichen Marke eingestreute Zellen [Meynert IV, S. 744] angedeutet ist) horizontal ausgebreitet verfolgen können. In Fig. 7 *TO* und in Fig. 4 und 3 *TO Qdg. ant.* ist der Verlauf dieser Fasern an durchsichtigen Schnitten vom Meerschweine und von der Katze sichtbar; in Fig. 4 sieht man ihre Einstrahlung in den vorderen Zweihügel; in Fig. 10 sieht man sie von aussen bei der Katze. Dass auch solche Tractus-Fasern beim Menschen direkt ins Ganglion des vorderen Zweihügels hinziehen, obwohl in relativ geringerer Anzahl, scheint mir ausser Zweifel, nur wird ihr Verlauf durch das Vorhandensein des Pulvinar versteckt und verwickelt. Man kann dieses in Fig. 1 wahrnehmen, welche einen Querschnitt durch das Affengehirn (*Macacus*) darstellt. — Man sieht sowohl Tractus-Fasern beide Kniehöcker umgeben, als auch solche von da aus unterhalb des Pulvinar nach oben verlaufen,

sich dann dem Arme des vorderen Zweihügels anschliessend. Dass letzterer dennoch der Hauptsache nach beim Affen aus den Hemisphärenfasern der inneren Kapsel herkommt, ist ebenfalls in dieser Figur sichtbar; jedoch ist es möglich, dass ein Teil der Tractus-Fasern, welche an der äusseren Fläche des *c. gen. ext.* liegen und schief von vorn unten nach hinten oben verlaufen, sich schon nach aussen vom Pulvinar ihm anschliessen. Beim Menschen glaubte ich ebenfalls Tractus-Fasern durch Abfaserung direkt in den vorderen Zweihügel durch die hinter dem Pulvinar gelegene Furche verfolgen zu können.

Die von Meynert beim Menschen und Affen (II, IV), und später wieder von Stieda (II) bei der Maus beschriebene innere Sehhügelwurzel des *tractus opticus* ist in der Säugetierreihe sehr konstant; Fig. 6 stellt sie beim Meerschweine dar; ebenso ist sie bei der Maus, der Fledermaus und andeutungsweise beim Maulwurfe sichtbar.

Nun wird aber von Gudden auf Grund seiner Experimente als *Commissura inferior* ein Gebilde bezeichnet, das unzweifelhaft ein Teil von dem ist, was gewöhnlich *tractus opticus* genannt wird (Gudden II, Taf. VI, Fig. 8). Dieses Gebilde wird nur dann vom Tractus gesondert, wenn dieser durch Entfernung beider Retinae zur Atrophie gebracht wird. Nach der Abbildung und nach der Ansicht von Gudden, dass diese *Commissura inferior* eine Kommissur zwischen beiden Thalami und beiden inneren Kniehöckern ist, beurteilt, kann sie wohl nichts anderes sein als die innere Sehhügelwurzel des *tractus opticus*, verbunden mit dem Anteile des *c. gen. int.* — Die von Meynert (IV, Fig. 245 A) abgebildete Kommissur im zentralen Höhlengrau kann sie nicht sein, weil diese wegen ihrer tiefen Lage von aussen nicht sichtbar und mit dem Chiasma nicht verschmolzen ist, ferner auch, weil sie bei niederen Säugetieren relativ nicht, wie es nach Guddens Abbildung der Fall sein müsste, merklich stärker als beim Menschen ist. Da aber in durchsichtigen Quer- und Längsschnitten die Guddensche Kommissur in keiner Weise irgendwo von dem kompakten Tractus-Durchschnitte getrennt erscheint (vergl. Fig. 2, 5, 6, 7), so ist sie nur experimentell von ihm zur Unterscheidung zu bringen. Ihr Verhalten im Chiasma wird von Gudden nicht näher erwähnt. Beim Maulwurfe soll sie nach Gudden, wegen des atrophischen Sehnerven deutlich hervortreten; ich finde zwar auch, dass der *tractus opticus* von aussen breiter als die *nervi optici* erscheint, im Querschnitte aber ist er sehr dünn, und seine Einstrahlungen in den Thalamus sind nur angedeutet (Fig. 8). Sehr wichtig ist nebenbei, dass das *c. gen. ext.* des Maulwurfes sich in hohem Grade reduziert zeigt (Fig. 8), im Vergleiche mit dem der Maus, des Meerschweines (Fig. 7) und sogar der Fledermaus, während das *c. gen. int.* sogar relativ stärker entwickelt ist, als bei den genannten Tieren (Fig. 9).

Den *Fascio peduncolare trasverso* von Inzani *(tractus transversus pedunculi* von Gudden, I), welcher nach Fortnahme des Auges mit dem vorderen Hügel atrophiert, habe ich, wie Gudden, beim Maulwurfe nicht finden können, wohl aber bei allen anderen untersuchten Säugetieren, auch beim Affen *(Macacus cinomolgus).* Ich konnte ihn immer nur höchstens vom vorderen Rande des vorderen Zweihügels bis zur unteren Fläche des Hirnschenkelfusses, in die Gegend des Oculomotorius-Austrittes verfolgen.

Gehen wir jetzt zum eigentlichen Thalamus über, so haben wir, was seine Zerlegung in Kerne grauer Substanz betrifft (Kerne, welche übrigens nie voneinander scharf abgesondert sind, wie es Luys z. B. annimmt), den vorderen Höcker und den centre médian von der Hauptmasse, welche wohl dem centre moyen von Luys entspricht, zu trennen. Der vordere Höcker *(tuberculum anterius*, oberer Kern von Burdach, *centre antérieur* von Luys), welcher beim Menschen von Meynert als ein nach hinten und aussen wie das *corpus striatum* sich verlängernder „*nucleus caudatus*" erwiesen worden, ist wohl wenigstens in seinem vorderen, dickeren Teile, bei den Säugetieren, die ich untersucht habe, durch Markblätter des *stratum zonale* und durch Fasern des aufsteigenden Gewölbschenkels mehr oder weniger abgegrenzt zu erkennen. Er ist auch meistens äusserlich nach vorn durch eine mehr oder weniger deutlich abgegrenzte rundliche Erhabenheit bezeichnet (Mensch, Macacus, Katze, Hund, Pferd, sogar Meerschwein). Dennoch ist diese Abgrenzung bei keinem Säugetiere so scharf als beim Menschen, wo der aufsteigende Gewölbschenkel sich in zwei Blätter spaltet, ein inneres und ein äusseres, um ihn aufzunehmen. Beim Affen (Macacus) sieht man bloss das äussere dieser Blätter, indem der ganze Fornixschenkel sich nach aussen vom oberen Kerne zu wenden scheint, um in diesen einzutreten. Schon bei der Katze, besonders aber bei der Fledermaus, dem Meerschweine und dem Maulwurfe sieht man den aufsteigenden Gewölbschenkel sich schon sehr früh (weit unten) mehr oder weniger diffus in verschiedene Blätter teilen, welche je nach dem Schnitte ein, zwei, drei oder noch mehr meist ansehnliche Kerne, dessen oberster dem vorderen Höcker gewöhnlich zu entsprechen scheint, bald anscheinend ziemlich vollkommen, bald unvollkommen abgrenzen. Diese Markblätter verbinden sich auf verschiedene Weise mit der Gürtelschichte und mit Fasern der inneren Kapsel. Zweifellos gehen die genannten Kerne ineinander und in die Hauptmasse des Thalamus unabgrenzbar über. Es ist nicht leicht ausführbar, sie eingehender zu verfolgen oder ihren morphologischen Parallelismus mit dem *tuberculum anterius* des Menschen schärfer auszusprechen. In Fig. 5 *tub. ant.* ist der vorderste Teil dieser Bildung beim Meerschweine durch eine etwas

dichtere Zellenanhäufung angedeutet. Was den „*centre médian*" betrifft, so hängt seine Existenz, wie es Meynert bewiesen hat, von der der (eigentlichen) *laminae medullares* ab. Beim Menschen und Affen sind beide Bildungen ungemein scharf ausgeprägt (Meynert II, Fig. 3 und Meynert IV, Fig. 248); bei der Katze sind sie schon sehr undeutlich, besonders der *centre médian*, dessen Grenze nur in einigen der Querschnitte von der ganzen Reihe sichtbar ist (Fig. 2); beim Meerschweine habe ich noch einige sichere *laminae medullares* (Fig. 6) wahrgenommen, aber keinen begrenzten *centre médian*; bei der Maus und dem Maulwurfe konnte ich weder die einen noch den anderen bemerken.

Die typischsten und mit einigen Modifikationen konstantesten Formationen des Sehhügels der Säugetiere finden wir in seiner Hauptmasse, dem äusseren Kern von Burdach, *centre moyen* von Luys. Es sind dies die aus dem Hemisphärenmarke (Stabkranz) stammenden, quer gegen die sagittale Mittelebene verlaufenden, sich bei den meisten Säugetieren anscheinend allmählich in der Thalamussubstanz an Zahl reduzierenden und endlich verlierenden Radiärbündel (Fig. 2 in *Th* etc.), welche beim Menschen und Affen nach innen durch den *centre médian* scharf abgeschnitten erscheinen, und ferner das System der mit ihnen sich kreuzend verlaufenden Haubenbündel (vgl. Fig. 2, 6, 7, 8) und Meynert II, Fig. 3, Meynert IV, Fig. 248). Letztere sind beim Menschen und Affen durch die mehr oder weniger konzentrischen *laminae medullares* vertreten und ihr Verhalten ist von Meynert (IV, S. 739) beschrieben worden. Eine Trennung der Hauptmasse des Thalamus hinten in ein oberes und ein unteres Lager ist bei der Katze und beim Meerschweine (Fig. 2 und 6) angedeutet. In Fig. 6 strahlen jedoch die Optikus-Fasern, welche Meynert beim Menschen nur in das untere Lager einzustrahlen scheinen, auch in das obere Lager ein (Meynert IV, Fig. 248).

Ganz besonders müssen wir die äusserste, an die innere Kapsel angrenzende Lage von Thalamussubstanz ins Auge fassen, welche schon von Vieussens, Vicq d'Azyr und Reil bemerkt, dann von Arnold und Meynert als *stratum reticulatum*, Gitterschichte, beschrieben worden ist. Sie ist durch reichliche Quer-, Längs- und Schrägzüge von Markfasern durchsetzt, und erscheint deshalb als ein Netzwerk. Ihr Zustandekommen ist von Luys und Meynert dadurch erklärt, dass die aus den verschiedensten Richtungen kommenden Stabkranzbündel, welche in die Sehhügel einstrahlen, sich untereinander (Meynert) und mit den von oben nach unten verlaufenden Fasern (Luys) unter den verschiedensten Winkeln kreuzen. Diese Gitterschichte (Fig. 2, 6, 7, Gitt) ist aber nach innen ziemlich scharf begrenzt, was wohl daher

kommt, dass alle diese Bündel von hier aus einen regelmässigeren Verlauf annehmen.

Dieser regelmässige Verlauf gestaltet die oben beschriebene Stellung der Radiärbündel zu den *laminae medullares*. Dass die eigentlichen *laminae medullares* und speziell die innerste derselben, die den *centre médian* begrenzt, bei den niederen Säugetieren zu fehlen oder sehr dürftig vorhanden zu sein scheinen (Fig. 2, 6, 8), kann erstens die Ursache haben, dass ihre Zartheit sie in den imbibierten Präparaten nicht hervortreten lässt, und zweitens, dass sie teilweise oder ganz durch mehr zerstreute vom Thalamus zum Orte der Haubenbildung in verschiedenen Richtungen ziehende Bündel ersetzt werden, wie es z. B. beim Maulwurfe besonders den Anschein hat. Vor allem muss aber das Verhalten eines Markblattes berücksichtigt werden, welches unterhalb der Gitterschichte wie eine Fortsetzung ihrer inneren Grenze verläuft. Indem dieses Blatt sich weiterhin an der oberen Grenze der Haube horizontal nach einwärts krümmt, stellt es eine äusserste, unten nach innen verlängerte, und so die anderen *laminae medullares* in sich aufnehmende *lamina medullaris* dar, welche als *lamina medullaris externa* bezeichnet werden kann (Fig. 2 und 6). Diese Formation könnte wohl der irrigerweise für die Fortsetzung der *stria cornea* in der Thalamussubstanz angesehenen *lamina cornea* der älteren Autoren mehr oder weniger entsprechen; sie ist in der Säugetierreihe höchst konstant und ist bei einigen niederen Formen die einzige *lamina medullaris*, die sich auffinden lässt.

Beim Menschen scheint sie nur angedeutet zu sein, beim Affen (Macacus) ist sie schon sehr deutlich neben den anderen *laminae medullares* vorhanden; am schärfsten ausgeprägt finde ich sie bei der Katze, der Maus, dem Meerschweine (Fig. 2, 4, 6, 7). Mehr diffus, schlecht abgegrenzt, erschien sie mir bei der Fledermaus und dem Maulwurfe (Fig. 8).

Im sagittalen Längsschnitte und in den sich folgenden Querschnitten zeigt sich ihr unterer horizontaler Teil als der Ausgangspunkt der meisten Haubenfasern, wie es schon in den Fig. 4, 2 und 8 ersichtlich ist, für mich aber durch Vergleichung der Querschnittreihe mit der Längsschnittreihe beim Meerschweine, bei der Katze und bei der Fledermaus noch deutlicher wurde. Wie die übrigen *laminae medullares* und der *centre médian*, gehört diese *lam. med. ext.* nur dem hinteren Teile des Thalamus an; nach vorn hört sie allmählich auf deutlich zu sein. In den vorderen Partien des Sehhügels ist ihre Stelle durch die, aus den Hemisphären herkommenden und in den Thalamus einstrahlenden Bündel eingenommen. Die *lamina medullaris externa* wird von den Radiärbündeln quer durchbohrt; ob sie aber bloss Bündel, welche durch die Thalamuszellen unterbrochen wurden, oder daneben auch solche, welche direkt aus

der inneren Kapsel stammen, zur Haube führt, vermag ich nicht zu entscheiden. Um ein klares Bild der Verhältnisse, wie sie von den oberen Stufen der Säugetierreihe nach abwärts variieren, zu bekommen, muss man die relative Abnahme der Hemisphärenmasse im Auge behalten, durch welche ihre Markverbindung mit dem Thalamus (innere Kapsel) nicht mehr bis an die hintere Grenze desselben reicht.

Wenn man in den Fig. 1, 2, 6, 7, 8 die Querschnitte durch verschiedene Säugetierhirne ansieht und die Ebene, in welcher sie angelegt sind, berücksichtigt, so bemerkt man z. B., dass in Fig. 2 bei der Katze die innere Kapsel noch in voller Breite vorhanden ist, während in Fig. 8, welche fast genau von der entsprechenden Stelle des Maulwurfes genommen ist, schon eine vollkommene Abschnürung des Sehhügels vom Hemisphärenmarke stattgefunden hat. Das hintere Ende des Linsenkernes setzt sich dann ebenfalls weiter nach hinten als die innere Kapsel fort, und erscheint dabei zwischen dem sich mit seinem markigen Rande nach vorn hindrängenden Ammonshorne und der Konvexität des Hirnmantels (Fig. 6 und 8). Es liegt aber auf der Hand, dass dann die Bündel der Hemisphären, um ihre mehr nach hinten gelegenen Bestimmungsorte (wie z. B. die Vierhügel, die hintersten Teile des Thalamus etc.) zu erreichen, nach hinten umbiegen und im Hirnquerschnitte als Querschnitte erscheinen müssen, was auch wirklich der Fall ist (Fig. 6, 7, 8 *Qu.*). Diese Bündel finden in ihrem weiteren Verlaufe ihren Platz zwischen Hirnschenkelfuss und *tractus opticus* einerseits, *lamina medullaris externa* anderseits. Sie nehmen zugleich die Stelle der nach hinten verschwindenden Gitterschichte ein. Sie sind als Fortsetzung der inneren Kapsel zu betrachten. Zugleich ersieht man, dass der *Thalamus opticus* durch denselben Umstand in den Hirnquerschnitten (Fig. 8) nur scheinbar nach hinten verlängert erscheint, und dass von einem Pulvinar nicht die Rede sein kann. Dieses müsste nämlich weiter nach hinten gelegen sein als die in Fig. 8 gezeichnete Schnittebene. Fig. 2 (Katze), Fig. 8 (Maulwurf) und Fig. 248 von M e y n e r t (Mensch) entsprechen einem und demselben Querschnitte des Thalamus, nämlich der Ebene des Austrittes vom Haubenbündel des *Ganglion habenulae.*

Zugleich wird durch die hintere Verkürzung der inneren Kapsel und durch das Fehlen des Pulvinar das Vorwärtsrücken des *tractus opticus* mit seinem untrennbaren Satelliten, dem *c. gen. ext.* (pag. 6, 7) vollkommen klar, indem er in dieser Weise viel direkter und ohne Umbiegung zu seinem Bestimmungsorte, dem vorderen Zweihügel, gelangt.

Um das vollendete Bild der Haube hinter dem Thalamus zu bekommen, müssen wir in kurzem ihre anderen Ursprünge betrachten. Vor allem scheint der Bindearm in der ganzen Säugetierreihe einen ähnlichen Verlauf zu haben wie beim Menschen, nur ist sein „roter Kern“

gewöhnlich undeutlicher und sind seine Fasern von den übrigen Haubenfasern schwerer zu trennen. L u y s , der die obere Olive in der Brücke nicht zu kennen scheint, nennt ihn sonderbarerweise „*olive supérieure*". In der Höhe der Haubenbildung sieht man über der Stelle der beim Menschen teilweise aus Pigmentzellen bestehenden S ö m m e r i n g schen Substanz, zwischen *lamina medullaris externa* und Hirnschenkelfuss, Fasern verlaufen, welche, dem Stabkranzbündel, das zum Bindearme wird, entsprechend, von der inneren Kapsel oder von den dieselbe vertretenden Querschnitten gegen unten und innen, resp. gegen den Anfang der Haube, ziehen (Fig. 2, 6, 7, 8). Solche Fasern habe ich auch bei der Maus und der Fledermaus deutlich gesehen. Beim Maulwurfe sieht man die Haubenquerschnitte sich in zwei Gruppen teilen (Fig. 8 *H*), und es schien mir durch Verfolgung bis zur Kreuzung und zum Kleinhirne, als ob die innere Gruppe dem Bindearme entspräche; die Verhältnisse sind jedoch bei diesem Tiere so verwaschen und so eigentümlich, dass dies auch nur eine Vermutung sein kann. Dann kommt das von M e y n e r t beschriebene H a u b e n b ü n d e l des *Ganglion habenulae*, das eine ganz konstante Erscheinung ist, und beim Meerschweine sowie bei der Fledermaus eine ungewöhnliche Grösse erreicht. In Längsschnitten vom Meerschweinhirne kann man seine vordersten Fasern direkt in das *stratum zonale*, ohne vom *Ganglion habenulae* unterbrochen zu werden, übergehen sehen; diese Fasern stammen wahrscheinlich aus dem Thalamus. Je nach den Säugetieren und je nachdem der Schnitt etwas schief nach oben oder nach unten fällt, erscheint er im Hirnquerschnitte als schräger, von vorn oben nach hinten unten ziehender Längsschnitt, oder als ein Querschnitt, der in den einander folgenden Ebenen rasch von oben nach unten sinkt. Letzteres findet bei der Maus und der Fledermaus statt. Dieses Bündel schliesst sich erst dem untersten Teile der Haube an. In Fig. 4 sind nur seine äussersten Fasern, in Fig. 2 und 8 der obere Teil seines Verlaufes sichtbar.

Das *Ganglion habenulae* selbst ist bei der Maus, der Fledermaus, dem Meerschweine und dem Maulwurfe gross, in sagittaler Richtung nach vorn verlängert, an der Oberfläche hervorspringend, und durch dicht angehäufte, vom Karmin besonders stark imbibierbare Zellen ausgezeichnet; es wird von den Fasern des Zirbelstieles teils umgeben, teils durchdrungen (Fig. 2, 6, 7, 8). S t i e d a (II, S. 113), welcher überhaupt die morphologische Bedeutung der Gehirnteile in sehr summarischer Weise behandelt, erkennt das *Ganglion habenulae* und den Zirbelstiel bei der Maus gar nicht als solche, sondern beschreibt sie, als ob es Gebilde wären, die der Maus eigentümlich sind. Die bei den verschiedenen Säugetieren verschieden geformte und verschieden grosse (bei Macacus zipfelförmig, bei den Ungulata mehr eichelförmig und sehr

stark entwickelte) Zirbel, sowie die hintere Kommissur, scheint sich überall wie beim Menschen zu verhalten. Dass die von Meynert als gekreuzter Thalamusursprung der Haube angesehene hintere Kommissur ihre Fasern seitlich nach unten gegen die Haube schickt, ist in Fig. 4 (Meerschwein) und in Fig. 9 (Maulwurf) ersichtlich; ihre Kontinuität nach hinten mit dem tiefen Marke des vorderen Zweihügels zeigt ebenfalls Fig. 4; diese Verhältnisse sind bei der Maus, der Fledermaus (wo die hintere Kommissur auffallend stark ist) und der Katze in gleicher Weise zu beobachten. Bündel, welche aus dem *corpus mamillare* nach hinten gegen die Haube ziehen, schienen mir in Längsschnitten des Katzen- und Meerschweinhirnes deutlich sichtbar. Was dagegen das „hintere Längsbündel" der Haube betrifft, so konnte ich es bei den Säugetieren erst von der Vierhügelregion an nach hinten deutlich verfolgen; in der Thalamusgegend sah ich in mehreren Querschnitten Faseranhäufungen, die demselben zu entsprechen schienen, in den nächsten Querschnitten aber sich wieder auflösten, was vielleicht in der grossen Zartheit der Fasern in dieser Gegend seine Ursache findet. Als Grenze des Thalamus nach hinten gegen die Haube kann man das Haubenbündel des *Ganglion habenulae* oder noch besser die hintere Kommissur ansehen, aber dies ist immer eine mehr oder weniger willkürliche Grenze.

Die Einstrahlungen der Hirnrinde (Stirn- und Schläfelappen) in den vorderen Teil des Thalamus scheinen mir bei den Säugetieren nicht in den von Meynert beim Menschen Stiele genannten, scharf gesonderten Markformationen ausgeprägt zu sein (IV, pag. 734 ff.), was wegen der Vereinfachung des Baues der Hemisphären, deren Lappen minder voneinander geschieden sind, sehr begreiflich ist. Schon beim Affen ist diese Sonderung viel weniger klar als beim Menschen (vergl. Meynert II, Fig. 12 und Meynert IV, Fig. 245). Wenn man in den Stufen des Säugetierhirnbaues noch weiter hinuntergeht, so lässt sich die Hirnschenkelschlinge *(substantia innominata, ansa peduncularis)* von benachbarten Gebilden nicht mehr unterscheiden.

Die verhältnismässig am deutlichsten in den Längsschnitten gesondert erscheinenden Einstrahlungen sind die des Stirnhirnes (vorderer Stiel) beim Meerschweine (Meynert IV, Fig. 238) und auch bei der Katze und der Fledermaus. Der aufsteigende Gewölbschenkel wird später zur Erörterung kommen. Die Hemisphäreneinstrahlungen in die hinteren Teile des Thalamus haben wir schon gesehen, mit Ausnahme der in das Pulvinar ziehenden, welche aber eigentlich bloss beim Menschen und Affen in Betracht kommen und von Meynert (II und IV) genau beschrieben sind. Bei der Katze fallen sie schon mit den anderen Radiärbündeln zusammen.

Um die Verhältnisse des zentralen Höhlengraues zu verstehen, muss man sich erstens seine relativ stärkere Entwicklung bei den niederen Säugetieren, und zweitens die Veränderungen in der Form des dritten Ventrikels vor Augen halten. Letztere sind wieder von ersteren und besonders von der *commissura mollis* abhängig. Diese Kommissur der grauen Substanz, die wahrscheinlich mit dem Thalamus nichts zu tun hat, trotzdem man ihr zentrales Grau von demselben nirgend scharf abgrenzen kann, entwickelt sich bei den Säugetieren, je mehr man in der Reihe herabsteigt, in einer solchen Weise, dass der III. Ventrikel auf einen sie umgebenden ringförmigen Kanal reduziert wird, ein Verhältnis, das von L e u r e t (Pl. IV, Fig. 3, beim Fuchse), von M e y n e r t (IV, Fig. 231, bei der Fledermaus), und von S t i e d a (I, Fig. 45, bei der Maus) abgebildet wird. Bei der Maus z. B. ist dieser Kanal im Querdurchmesser überall ausserordentlich eng; seine obere Abteilung allein erscheint durch weiteres Auseinandertreten der Zirbelstiele trichterförmig. Im sagittalen Durchschnitte sieht er vorn und hinten ebenfalls sehr eng aus, oben und unten dagegen breiter. Im ganzen ist er also vorn und hinten eng röhrenförmig, unten spaltenförmig und oben rinnenförmig, wobei die Rinne zuhöchst sich erweitert. Beim Meerschweine und Maulwurfe ist die obere Abteilung (zwischen *fornix* und *commissura mollis)* breit, aber sehr niedrig; beim Schafe ist die hintere Abteilung im sagittalen und vertikalen Durchmesser breit, nur im queren eng. Die hintere Wand des III. Ventrikels liegt bei der Maus sehr weit nach vorn, und die hinter ihr liegende graue Substanz ist eigentlich, wie S t i e d a richtig bemerkt, eine Abteilung des zentralen Höhlengraues, welche allmählich von unten vorne nach oben hinten in das den *Aquaeductus Sylvii* umgebende Grau übergeht. Dass diese Abteilung in das *corpus mamillare* ohne Grenze übergeht, hat aber S t i e d a nicht erwähnt, da er überhaupt nur das äussere Ansehen des *corpus mamillare* flüchtig berührt. Unter diesem Teile vom zentralen Höhlengrau verlängert sich jedoch der III. Ventrikel blindsackartig etwas nach hinten, so dass dann im Querschnitte zwei Spalten erscheinen, oben der *Aquaeductus Sylvii*, unten der Blindsack des III. Ventrikels. Weiter nach vorn sieht man auch zwei Spalten, die aber beide dem III. Ventrikel angehören (oberhalb und unterhalb der *commissura mollis)*. Dazwischen, nämlich unmittelbar vor dem *Aquaeductus Sylvii*, dagegen sieht man in einer Querschnittebene eine einzige von oben bis nach unten reichende Spalte. Hinter der kleinen blindsackartigen Verlängerung des III. Ventrikels liegt dann bei der Maus das vollkommen unpaare, hinten kugelig abgerundete *corpus mamillare*, welches übrigens sowohl beiderseits als oberhalb des Blindsackes in das zentrale Höhlengrau übergeht. Beim Maulwurfe sind hier die Verhältnisse auffallend ver-

schieden, indem die ganze Vierhügelgegend weiter nach hinten rückt, und indem der III. Ventrikel sich unten gar nicht nach hinten verlängert. In dieser Gegend stehen überhaupt beim Maulwurfe die entsprechenden Teile unten mehr nach vorn, und oben mehr nach hinten als bei der Maus; solche Unterschiede zwischen verschiedenen Säugetieren sind häufig und müssen bei Vergleichung der Querschnitte berücksichtigt werden.

Beim Meerschweine ist die hintere Wand des III. Ventrikels unten fast vertikal (Uebergang zur Maus); beim Schafe dagegen geht sie allmählich von vorn unten nach hinten oben in den *Aquaeductus Sylvii* über.

Das *corpus mamillare* bildet beim Maulwurfe hinten zwei symmetrische, durch die Mittellinie getrennte Halbkugeln, welche aber nach vorn zusammenfliessen. Ein vollkommen ungeteiltes *corpus mamillare* habe ich noch beim Meerschweine, Schafe, Pferde, Schweine gesehen, ein (wie beim Maulwurfe) hinten halbgeteiltes bei dem Löwen und bei der Katze, eine blosse Andeutung dieser Halbteilung beim Bären.

Die grössere Breite des zentralen Höhlengraues bei den niederen Hirnformen der Säugetiere gibt sich dadurch kund, dass die paarigen, in ihm liegenden Gebilde, wie die Gewölbschenkel und der Zirbelstiel, sich von der Mittellinie entfernen. Beim Menschen, beim Affen und bei der Katze liegen z. B. beide Zirbelstiele einander parallel, von hinten bis nach vorn am oberen Rande des III. Ventrikels ganz nahe an der Mittellinie verlaufend. Bei dem Meerschweine, dem Kaninchen, der Maus, der Fledermaus und ganz besonders beim Maulwurfe weichen sie aber vom *Ganglion habenulae* angefangen gegen vorn bedeutend nach aussen ab (Fig. 5) und lassen zwischen sich zwei längliche, mediale, graue Oberflächen wahrnehmen, welche in der Mitte durch eine, der oberen Abteilung des III. Ventrikels entsprechende, mehr oder weniger tiefe sagittale Rinne voneinander getrennt sind. Beim Maulwurfe liegt sogar der Zirbelstiel bedeutend näher dem oberen äusseren Rande des Thalamus als der Mittellinie. Beim Schafe, Schweine und Pferde ist diese Abweichung auch vorhanden, aber geringer. Dass beide Gewölbschenkel, und sogar die Haubenbündel des *Ganglion habenulae* in den entsprechenden Säugetieren sich dem Gesagten gemäss der Mittellinie nähern oder von ihr entfernen, kann man schon bei Vergleichung der Fig. 2, 5, 6, 7 und 8 wahrnehmen.

Von den im zentralen Höhlengrau liegenden Teilen müssen wir vor allem die von Stieda in seiner Arbeit auffallenderweise unerwähnten Gewölbschenkel berücksichtigen. Ihr Verhältnis zum *corpus mamillare* und ihr Verlauf scheinen wie beim Menschen zu sein. Der aus den bei niederen Säugetieren am oberen Rande des Ammonshornes mehr neben der Mittellinie von hinten nach vorn verlaufenden paarigen Längsfaserbündeln (Projektionsfasern des Ammonshornes, Fig. 5, 6, 7

und 8 *forn. long.)* direkt herkommende absteigende Gewölbschenkel[1]) *(columna anterior)* biegt sich, an dem hinteren Ende des *septum pellucidum* angelangt, nach unten, um sich am vorderen Ende des Zirbelstieles ins zentrale Höhlengrau dicht hinter die vordere Kommissur einzusenken und dann seinen weiteren Verlauf nach hinten und unten gegen das *corpus mamillare* zu nehmen. In diesem Verlaufe verbindet sich der absteigende Gewölbschenkel spitzwinklig mit den Fasern des Zirbelstieles *(stratum zonale)*, welche direkt nach vorn und unten umbiegen (Fig. 5 rechts, und Fig. 4), eine schon von Meckel, Arnold, Inzani, Jung und Luys ohne Basierung auf mikroskopische Untersuchung behauptete Tatsache, die ich auf Grund von mehreren dieses Verhältnis auf das deutlichste versinnlichenden Querschnitten (von der Katze, dem Meerschweine, der Fledermaus, dem Maulwurfe, dem Affen) und Längsschnitten (von der Fledermaus und dem Meerschweine) als bestimmt annehmen darf. Ueberall ist der absteigende Gewölbschenkel ein kompaktes, sehr leicht verfolgbares, meist aus mehreren sekundären Faszikeln zusammengesetztes Bündel von markhaltigen Nervenfasern; bei allen Säugetieren ist er im Hirnquerschnitte als schöner runder Querschnitt sichtbar (Fig. 4, 5, 6, 7 *fd.*); auffallend grell und scharf hervorstechend ist er bei *Hypsiprimnus.* Wenn er am *corpus mamillare* ankommt, so weicht er nach aussen dem aufsteigenden Schenkel aus, und plattet sich an einer bei niederen Säugetieren nicht abgrenzbaren, jedoch wohl der oberen (beim Maulwurfe, wie es scheint, mehr der äusseren) Fläche des *corpus mamillare* entsprechenden Stelle ab (Fig. 2 und 8), um dieses Ganglion wahrscheinlich in ähnlicher Weise wie beim Menschen zu umgürten, was ich an Längsschnitten (Katze, Meerschwein) zu sehen glaubte. Aus der Innenfläche des *corpus mamillare* (bei niederen Säugetieren, wie es scheint, aus seiner medianen Masse, Fig. 8 *fa*) entspringt der anfangs ebenfalls ziemlich kompakte, aber aus feineren im Querschnitte gleichmässig verteilten Nervenfasern bestehende, aufsteigende Gewölbschenkel, welcher nächst seinem Ursprung aus dem *corpus mamillare* nach innen vom absteigenden sich befindet, bald aber, steiler nach oben laufend, gerade über demselben zu liegen kommt, so dass beide genau durch die gleiche Sagittalebene geschnitten werden (vgl. Fig. 8 *fa* mit Fig. 4, 6 und 7 *fa*). Diese Verhältnisse konnte ich bei allen mit Hilfe durchsichtiger Schnitte untersuchten Gehirnen (Affe, Katze, Meerschwein, Maus, Maulwurf, Fledermaus, Känguruh-

---

[1]) Da Meynert in seiner Darstellung der Hirnfaserung von der Hirnrinde und nicht wie die anderen Autoren vom Rückenmarke ausgeht, so bezeichnet er als absteigenden Gewölbschenkel denjenigen, welchen die anderen (Burdach, Arnold etc.) aufsteigenden nennen, und umgekehrt. Ich folge hier den Bezeichnungen von Meynert.

ratte) leicht überblicken. Nach oben und vorn verlaufend, erreicht der aufsteigende Fornixschenkel das *tuberculum anterius thalami*, in welchem er sich in der schon besprochenen Weise verteilt. Bei der Maus und der Fledermaus sieht man in gewissen Querschnitten aus der Gegend des vorderen Vierhügelendes drei in derselben Sagittalebene übereinander liegende rundliche Bündelquerschnitte, von welchen der untere dem absteigenden Gewölbschenkel, der mittlere dem aufsteigenden Gewölbschenkel und der obere dem Haubenbündel des *Ganglion habenulae* entspricht. Bei den niederen Säugetieren sind die Gewölbschenkel relativ grösser als bei den höheren, und scheinen mit der Entwicklung des Ammonshornes Schritt zu halten. Wie schon längst bekannt, wird bei ersteren das Ammonshorn ganz ausserordentlich überwiegend, und reicht als Duplikatur des Hirnmantels von hinten bis sehr weit nach vorn, wo es beim Maulwurfe, Meerschweine und dergl. mit der grauen (Rinden-) Substanz des ebenfalls ungemein mächtigen *septum pellucidum* in unmittelbarer Kontinuität steht. Dabei fliessen die Ammonshörner von rechts und links in der Mittellinie zusammen (Fig. 7) und sind in ihrem vorderen Teile bloss unten, weiter hinten aber auch oben durch eine starke, schief oder fast quer über die Mittellinie verlaufende Faserung, eine Kommissur, verbunden. Diese schon von Owen (Transakt. Philosoph. 1837) richtig gedeuteten, in beistehenden Figuren mit *forn. tr.* bezeichneten Fasern entsprechen der schwachen *Lyra fornicis* des Menschen, werden zum Fornix gerechnet, sind aber, wenigstens grösstenteils, nichts anderes als eine Kommissur für die Ammonshörner, wie der Balken für die übrige Hirnrinde. Das Verhältnis ihrer Entwicklung zu dem der Entwicklung des Balkens entspricht auch in der Säugetierreihe dem Verhältnisse der Grösse des Ammonshornes zur Grösse der übrigen Hirnrinde. Sie sind also wohl von den in den absteigenden Gewölbschenkel übergehenden, schon beschriebenen Projektionsfasern des Ammonshornes in den Thalamus (in Fig. *forn. long.)* zu unterscheiden. In Fig. 5 ist die Stelle des Ueberganges zwischen *septum pellucidum* und Ammonshorn abgebildet, und diese sogenannten Querfasern des Gewölbes sind darin wie die Längsfasern sichtbar; in etwas weiter nach vorn gelegenen Querschnitten sieht man, wie dieses Uebergangsgebilde (welches einem *corp. forn.* mit Beimengung von grauer Substanz entspricht) von den nach oben liegenden und nach unten strebenden Längsfasern durchbrochen wird (Uebergang derselben zum absteigenden Schenkel). Bei den höheren Säugetieren, sogar schon bei der Katze, fehlt das Uebergangsgrau zwischen Ammonshorn und *septum*, so dass die Längsfasern und die inneren mehr oder weniger schief verlaufenden Kommissurfasern des Fornix aneinander liegen und schwer zu unterscheiden sind (Fig. 2 *forn.*). Als eigentümliche Fortsetzung dieser Kom-

missurfasern (wenigstens sicher mit ihnen und viel zweifelhafter, auch direkt, wie Stieda (I) annimmt, mit dem absteigenden Schenkel in Kontinuität stehend) ist jener Markrand des Ammonshornes anzusehen, welcher, dem äusseren Rande des Fornix der höheren Säugetiere entsprechend, sich tief in die Rinne zwischen der Oberfläche des Thalamus und der des *corpus striatum* einsenkt (Fig. 7 links, *forn. tr.*).

Das Verhalten des Zirbelstieles bei den Säugetieren haben wir schon erwähnt; bei allen den von mir untersuchten Arten war er scharf unterschieden und gut entwickelt; seine Verbindungen mit dem absteigenden Gewölbschenkel und mit der Hirnschenkelschlinge (letztere sah ich deutlich bei dem Affen, der Katze und dem Maulwurfe) sind ebenfalls schon besprochen worden; übrigens hängt er vielfach mit der übrigen Gürtelschichte zusammen.

Die von Meynert abgebildete und beschriebene Kommissur im zentralen Höhlengrau des III. Ventrikels, oberhalb des *tractus opticus*, etwas hinter dem Chiasma (IV, Fig. 245), habe ich bei dem Affen, der Katze und dem Meerschweine in gleicher Weise wie beim Menschen und relativ nicht stärker entwickelt, deutlich sehen können. Beim Maulwurfe, wo ich dieselbe nicht, oder wenigstens nicht sicher beobachten konnte (was von der Kleinheit des Tieres und von der Feinheit der Fasern abhängen mag), fand ich dagegen einen ganz eigentümlichen Faserzug, welcher weiter nach hinten liegt, und quer über die Mittellinie, dicht unterhalb der unteren Abteilung des III. Ventrikels, zwischen jener und dem vorderen Teile des *corpus mamillare*, verläuft (Fig. 8, Y). Die Fasern dieses ziemlich mächtigen Bündels laufen nicht einander parallel, sondern kreuzen sich, wenigstens die meisten derselben, spitzwinklig gegen die Mittellinie; es schien mir auch, als ob ich die untersten derselben seitlich gegen den Querschnitt des absteigenden Gewölbschenkels und gegen den unteren Teil des Hirnschenkelfusses nach unten hätte umbiegen sehen: ich kann jedoch gar nichts über ihren Weiterverlauf sagen. — Eine Andeutung von solchen Fasern glaubte ich an derselben Stelle auch bei der Maus zu bemerken.

Das basale Optikusganglion (Arnold, Luys, Wagner, Meynert) habe ich bei dem Affen, der Katze, dem Meerschweine und der Fledermaus in der gleichen Form und in der gleichen relativen Ausdehnung als beim Menschen gesehen. Ferner befindet sich dicht am oberen Rande der unteren Abteilung des III. Ventrikels, in einer etwas hinter dem Chiasma liegenden Querschnittsebene, bei dem Meerschweine, der Maus und der Fledermaus eine paarige rundliche Zellenanhäufung, die den „*Petits centres de la substance grise centrale du 3me ventricule*“ von Luys (in Pl. XIII, Fig. 1, 9 und 9[1] abgebildet) ent-

sprechen könnte. In Fig. 6 ist auch im oberen Teile der ***commissura mollis*** ein Zellenkern angedeutet (ohne Bezeichnung), an welchem ich aber keinen konstanten Charakter fand. Ich habe vom Grau des ***Tuber cinereum***, sowie von der in der Säugetierreihe sehr konstanten ***Hypophysis cerebri*** weiter nichts zu erwähnen (s. übrigens für letztere Stieda I und II).

Da die Form- und Volumveränderungen der Organe in der Säugetierreihe immer trotz der zahlreichen Fehlerquellen am richtigsten durch Messungen wiedergegeben werden, so habe ich solche auch gemacht.

Dazu habe ich immer Weingeistpräparate benützt, welche grösstenteils durch die Gefälligkeit des Herrn Professors Meynert mir zur Verfügung standen. Nur vom Bären war bloss ein (durch eine eigene Methode von Professor Meynert) getrocknetes Stammhirn vorhanden, welches ich dennoch auch dazu benützte, weil die Verhältnisse seiner einzelnen Bestandteile sehr schön erhalten waren.

Die Grundzüge der äusseren Form des Sehhügels, die Modifikation derselben durch das Auftreten eines Pulvinar haben wir schon gesehen. Wir haben in dieser Hinsicht vier Gruppen in den untersuchten Säugetieren zu unterscheiden:

1. Säugetiere mit einem langen Pulvinar (Mensch, Affe).
2. Säugetiere mit einem kurzen Pulvinar (Katze, wohl auch Hund und Seehund).
3. Grosse Säugetiere (Ungulata) ohne oder fast ohne Pulvinar (Schaf, Schwein, Pferd).
4. Kleine Säugetiere ohne Pulvinar (Meerschwein, Kaninchen, Maus, Maulwurf).

Dass es Uebergänge geben muss und gibt, ist selbstverständlich, z. B. steht wahrscheinlich der Bär zwischen 2 und 3. Leider kann man die Länge der äusseren (lateralen) Wand des Thalamus bei den Säugetieren, welche ein oberständiges *corpus geniculatum externum* haben, nicht ohne dieses messen, weil die genannte Wand von ihm nach hinten bedeckt ist. Man kann also die Länge der inneren Wand (welche der Länge der Seitenwand des III. Ventrikels ziemlich gleich kommt) nur mit einer vom vorderen Ende des Thalamus bis zum vorderen Ende des *corpus geniculatum externum* nach aussen reichenden Linie, und mit der grössten Gesamtlänge des Thalamus *plus corpus geniculatum externum* vergleichen. Die Breite des hinteren Endes des Thalamus ist bloss an durchsichtigen Querschnitten genau messbar. Am ganzen Stammhirne kann man nur bei der Ansicht von oben her einen annähernden Begriff

von dieser Breite bekommen, wenn man senkrecht zur sagittalen Mittelebene eine Linie, von der Mitte der hinteren Kommissur bis zu der Rinne zwischen Thalamus (oder *c. gen. ext.*) und Schweif des Streifenhügels zieht. Da aber die äussere Wand des Thalamus nicht senkrecht, sondern nach aussen konvex ist, so ist diese Linie, die am unversehrten Stamme nur an der oberen Fläche gemessen werden kann, immer zu kurz (wie man durch Vergleich mit den an durchsichtigen Abschnitten gewonnenen Zahlen ersehen kann). So hätten wir die Hauptdimensionen des Thalamus mit Ausnahme der Höhe gewonnen. Letztere, sowie die Breite, habe ich auch da, wo es möglich war, an durchsichtigen Querschnitten gemessen (nämlich die grösste Höhe und die grösste Breite), indem ich für die Breite das zentrale Höhlengrau des III. Ventrikels mit zum Thalamus rechnete und für die Höhe die *lamina medullaris externa* als untere Grenze benützte. Die Gehirne der verschiedenen Säugetiere sind untereinander in der Form so unähnlich, und die Verhältnisse sind in der Gegend der Stammganglien so kompliziert, dass im allgemeinen eine Vergleichung dieser verschiedenen Dimensionen in Prozentzahlen zu keinen befriedigenden Resultaten führen kann. Ich habe z. B. versucht, die Länge des Vierhügels mit der des Thalamus und des Streifenhügelkopfes in der Mittellinie in dieser Weise zu vergleichen. Man kommt aber dabei, um nur ein Beispiel zu geben, zu dem Resultate, dass der Maulwurf eine grössere Prozentzahl für die Vierhügel als der Mensch und die meisten anderen Säugetiere hat, was einen ganz falschen Begriff von der Wirklichkeit gibt, indem der Vierhügel des Maulwurfes, zwar ziemlich lang, aber ausserordentlich flach (d. h. dünn) ist. Der einfache Vergleich der direkten Zahlen hat wenigstens den Vorteil, dass er nicht so leicht verführen kann, indirekte Schlüsse zu ziehen. In der folgenden Tabelle sind Mittelzahlen nur angegeben bei denjenigen Säugetieren, wo das Material mir erlaubte, an verschiedenen Individuen zu messen; bei den meisten konnte ich übrigens sowohl rechts als links messen. Die Zahlen sind im Millimetern angegeben.

Gruppe	Säugetiere	1 Länge des Thalamus in sagittaler Richtung, von der *columna anterior fornicis* bis zum vorderen Ende des Vierhügels	2 Länge des äusseren Randes des Thalam. v. d. *columna anterior fornicis* bis zum vord. Ende des *corpus geniculatum externum*	3 Grösste Länge des Thalamus plus *corpus geniculatum externum*, von der *columna anterior fornicis* bis zum hinteren äusseren Ende	4 Distanz von der hint. Kommissur bis zu der Rinne zwisch. Thal. u. Schweif des Streifenhügels, senkr. zur sagittal. Mittelebene	5 Grösste Länge des *corpus geniculatum externum*	6 Breite des *corpus geniculatum externum*	7 Grösste Länge des *corpus geniculatum internum*	8 Breite des *corpus geniculatum internum*	9 Länge des Vierhügels in der Mittellinie
1	Mensch . . .	21	34	gleichwie 2 weg. der Bedeckung des *c. gen. ext.* durch das Pulvin.	19.2	9	5	9	3.5	13.5
	Macacus . . .	11	17		8.5	5.25	2	6.5	3.25	7
2	Katze	7.25	10.5	12.5	8.5	5	2.5	5.5	4.25	8
	Klein. Hund	10 25	14	17	11.5	8.5	5.5	8.5	4 75	7.25
	Phoca . . .	16.5	20.5	28.5	20	11	7.5	12	7	9.5
	Bär	16.5	?	27	20 (?)	?	?	11	5.5	10
3	Pferd	25	27	32	23.5	15	12	13	8.25	19
	Schwein . . .	14	14	20 (?)	14.5	10 (?)	7	8.5	5	10.5
	Schaf	16	16	19.5	15	10	6.5	8.75	5	12
4	Kaninchen .	5 5	5.5	7.5	6.5	4.5	3	3 5	2.75	7.25
	Meerschwein	5.5	5	6	5	3.5	2	3	2.2	5.5
	Maus	2.1	1.9	3	2.25	1.75	0.75	1.2	0.8	2.6
	Maulwurf . .	3.5	?	4.5	3.5	?	?	2	1.25	3

Zu diesen Zahlen können wir die grösste Breite des Pulvinar beim Menschen (13.7 mm) und beim Macacus (4 mm) hinzufügen. Aus der vorliegenden Tabelle ist erstens das Ueberwiegen der Zahlen der Reihen 2 und 3 gegen die Zahlen der Reihe 1 bei den höheren Säugetieren hervorzuheben, während bei den niederen Säugetieren die erste Reihe von der dritten nur wenig übertroffen wird und die zweite sogar übertrifft. Das alles entspricht den besprochenen Verhältnissen des Pulvinar und des *c. gen. ext.* Die Zahlen der Reihe 4 sind im ganzen denjenigen der Reihe 1 ziemlich ähnlich, also ist die Breite hinten ungefähr gleich der Länge in sagittaler Richtung; bei der ersten und dritten Säugetiergruppe ist die Länge, bei der zweiten und vierten die Breite etwas bevorzugt. In den Zahlen der Reihen 5, 6, 7 und 8 sieht man, wie beide Kniehöcker im Verhältnisse zum Thalamus bei den drei letzten Säugetiergruppen grösser sind als bei der ersten. Das Ueberwiegen des *c. gen. int.*

gegen das *c. gen. ext.* in der zweiten Gruppe (Raubtiere) ist um so bemerkenswerter, da ihre in diesen Zahlen nicht berücksichtigte Höhe die beiden anderen Dimensionen noch übertrifft. Der Vierhügel ist in der zweiten und dritten Gruppe relativ zu niedrig geschätzt, weil der hintere Zweihügel sich bei diesen Tieren beiderseits bedeutend nach hinten verlängert, so dass die der Mittellinie entnommene Zahl zu klein wird. In der vierten Gruppe ist bemerkenswerterweise der Vierhügel länger als der Sehhügel; nur beim Maulwurfe ist er etwas kürzer. Da beim Maulwurfe das *c. gen. ext.* aussen nicht abgegrenzt erscheint, so konnten bei ihm die Reihen 2, 5 und 6 nicht berücksichtigt werden.

Folgende Tabelle gibt die Resultate von den Messungen an durchsichtigen Querschnitten:

	A	B	C	D	E	F
Säugetiere	Grösste Breite des Thalamus samt dem zentralen Höhlengrau u. der Gitterschichte von der inneren Kapsel bis zur Mittellinie in der (*Commissura mollis* (im Querschnitte)	Grösste Höhe des Thalamus von der oberen Fläche bis zur *lamina medullaris externa* (Haube ausgeschlossen) im Querschnitte	Grösste Dicke des *corpus geniculatum externum* (im Querschnitte)	Grösste Länge des *corpus geniculatum externum* (im Querschnitte)	Grösste Dicke des *corpus geniculatum internum* (im Querschnitte)	Grösste Länge des *corpus geniculatum internum* (im Querschnitte)
Macacus . . .	9.5	8	3.5	7.75	2,33	4
Katze	9.25	8.5	2.75	5	.	.
Meerschwein .	5	3.2	1	3 25	.	.
Maus	2.25	2	0,5	1.75	0.75	1
Maulwurf . .	3	2.75	0.25	1,25	1.5	2

Da die Kniehöcker im Hirnquerschnitte nicht immer in ihrem längsten Durchmesser getroffen werden, so kann ihre in dieser Tabelle angegebene Länge nur gleich oder kleiner sein, als die in der ersten Tabelle angegebene. Ihr Dickendurchmesser (zwischen Ventrikel-Oberfläche und dem Thalamus oder der Haube) kommt nur in dieser zweiten Tabelle vor. Dass Höhe und Breite des Thalamus bei der Katze und dem Macacus fast gleich sind, hat schon M e y n e r t (III) gezeigt. Am interessantesten ist der Vergleich der Kniehöcker bei der Maus und dem Maulwurfe. Bei der Maus ist die Dicke des *c. gen. ext.* zu der des *c. gen. int.* wie 2 zu 3, beim Maulwurfe wie 1 zu 6. Die Dicke des *c. gen. ext.* bei der Maus ist zur Dicke desselben beim Maulwurfe wie 2 (Maus) zu 1 (Maulwurf), während für das *c. gen. int.* das Verhältnis gerade umgekehrt ist, nämlich 1 (Maus) zu 2 (Maulwurf). Wenn man dabei bedenkt, dass die ver-

schiedenen Durchmesser des Gehirns von der Maus sich im grossen und ganzen zu denjenigen des Gehirns vom Maulwurfe ungefähr wie 2 zu 3 verhalten, so erscheint die relative Verkümmerung des *c. gen. ext.* beim Maulwurfe eine ganz enorme, während das *c. gen. int.* sogar relativ dicker und länger bleibt als bei der Maus. Diese Tatsache spricht entschieden zugunsten der Beziehungen des *c. gen. ext.* zu dem Sehorgane, welches beim Maulwurfe fast bis zum Verschwinden verkümmert ist.

Was die Ansicht von Foville (Foville et Pinel Grandchamp, Recherches sur le siége spéc. de diff. fonct. du syst. nerv. Paris 1820), Schiff (De vi motoria Seite 14) und anderen betrifft, welche von Longet bestritten wird, und welche den Sehhügel als physiologisch speziell auf die vorderen Extremitäten einen Einfluss übend erkennt, so können beistehende vergleichend-anatomische Messungen weder dafür, noch eigentlich dagegen sprechen. — Deutlich ausgesprochene Unterschiede in den Grössen und Formenverhältnissen, je nachdem die vorderen oder die hinteren Extremitäten stärker entwickelt sind, wie sie Meynert (I) in den Querschnittfeldern der Haube bei verschiedenen Säugetieren fand, können hier aus dem Thalamus nicht erhellen, um so mehr, da mir Präparate von Säugetieren mit grossen hinteren Extremitäten (Känguruh, Springmaus, Hypsiprimnus) für diesen Gehirnteil fehlten. Der Umstand z. B., dass der mit so starken Vorderbeinen versehene Maulwurf einen relativ zum Vierhügel grösseren Sehhügel als die Maus besitzt, erklärt sich hinlänglich durch die Verkümmerung seines Sehapparates (welche, wie Gudden nachgewiesen hat, mit Atrophie des vorderen Zweihügels einhergeht). Die Höhe und die Breite des Sehhügels beim Maulwurfe stehen nämlich zu denselben bei der Maus ungefähr im gleichen Verhältnisse, wie die anderen Dimensionen des Maulwurfgehirns zu den des Mausgehirns, soweit ein solcher Vergleich möglich ist.

Schliesslich fühle ich mich verpflichtet, Herrn Professor Meynert für seinen stetigen gefälligen Beistand, sowie für das so freigebig mir überlassene reichhaltige Material meinen wärmsten Dank auszusprechen.

Wien, im Mai 1872.

Verzeichnis der angeführten literarischen Quellen.

Arnold F. Handbuch der Anatomie des Menschen. Freiberg 1852, II. Band.
Burdach K. F. Vom Baue und Leben des Gehirnes. Leipzig 1822, II. Band.
Gudden.
I. Ueber einen bisher nicht beschriebenen Nervenfaserstrang im Gehirne des Menschen und der Säugetiere. Archiv für Psychiatrie. Berlin 1870, II. Band, 2. Heft.
II. Experimental-Untersuchungen über das perifere und zentrale Nervensystem. Archiv für Psychiatrie, II. Band, 3. Heft.
Inzani G. e. A. Lemoigne. Sulle origini e sull' andamento di varii fasci nervosi del cervello. Parma 1861.
Jung. Ueber das Gewölbe im menschlichen Gehirne. Basel 1845.
Leuret et Gratiolet. Anatomie comparée du système nerveux. Paris 1839—1857.
Longet. Anatomie et physiologie du système nerveux de l'homme et des animaux.
Luys. Recherches sur le système nerveux cérébro-spinal. Paris 1865.
Meckel. Handbuch der menschlichen Anatomie. Halle 1817.
Meynert.
I. Studien über die Bestandteile des Vierhügels etc. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, XVII. Band.
II. Beiträge zur Kenntnis der zentralen Projektion der Sinnesoberflächen. Sitz. Ber. der k. k. Akad. der Wissenschaften. Wien 1869.
III. Studien über die Bedeutung des zweifachen Rückenmarkursprunges aus den Grosshirn. Sitz.-Ber. der k. k. Akad. der Wissenschaften. Wien 1869.
IV. Vom Gehirne der Säugetiere, im Handbuche der Lehre von den Geweben, herausgegeben von S. Stricker. IV. Lieferung. Leipzig 1870.
Stieda L.
I. Studien über das zentrale Nervensystem der Vögel und Säugetiere. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. XIX. Band, 1868.
II. Studien über das zentrale Nervensystem der Wirbeltiere. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, XX. Band, 1870.
Vicq d'Azyr. Traité d'anatomie et de physiologie du cerveau. Paris 1786.
Wagner J. Ueber den Ursprung der Sehnervenfasern im menschlischen Gehirne. Dorpat 1862.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Durchsichtiger Querabschnitt eines Affengehirnes *(Macacus cinomolgus)*, dreimal vergrössert.

Ah, Ammonshorn. *Fimb*, *Fimbria*. *C. Stri*, *Corpus striatum* (Schweif). *SC*, *Stria cornea*. *CG ext*, *Corpus geniculatum externum* (hinteres Ende). *TO*, Fasern des *tractus opticus*, die, unterhalb des Pulvinar verlaufend, sich dem Arme des vorderen Zweihügels anschliessen. *JK*, innere Kapsel. *B Qdg ant*, Arm des vorderen Zweihügels. *Pulv*, Pulvinar. *M*, Hemisphärenmark. *R*, Hirnrinde. *B*, Uebergang des Balkensplenium ins Hemisphärenmark. *forn*, *Fornix*. *Qdg ant*, vorderer Zweihügel. *CHG*, zentrales Höhlengrau um den *Aquaeductus Sylvii*. *CG int*, *Corpus geniculatum internum*. *MF*, motorisches Querschnittfeld der Haube. *RK*, roter Kern der Haube (schwach angedeutet). *III*, *Oculomotorius*-Wurzel. *III*, *Nervus oculomotorius*. *Pes*, Hirnschenkelfuss.

Fig. 2. Durchsichtiger Querabschnitt eines Katzengehirnes, dreimal vergrössert.

Ah, Ammonshorn. *Pes*, Hirnschenkelfuss. *TO*, *Tractus opticus*. *Li*, Linsenkern. *AK*, äussere Kapsel. *Cl*, Vormauer. *JK*, innere Kapsel. *X*, eine breitere Stelle der Gitterschichte, welche das vordere Ende des *corp. gen. ext.* begrenzt. In den weiter nach hinten gelegenen Querschnitten erscheint an dieser Stelle der rundliche Durchschnitt des vorderen (unteren) Teiles des *corp. gen. ext*. *Gitt*, Gitterschichte des Sehhügels. *C. Stri*, *Corpus striatum*. *R*, Hirnrinde. *M*, Hemisphärenmark. *forn*, *Fornix*. *B*, Balken, *Th*, *Thalamus*. *G hab*, *Ganglion habenulae*. *Hbd*, Haubenbündel des *Ganglion habenulae*. *Centr*, Andeutung des „*centre médian*“ von Luys. *Lam med*, *Laminae medullares*. *H*, Bildung der Haube, *fd*, absteigender Gewölbschenkel. *Mam*, *Corpus mamillare*. *L M ext*, *Lamina medullaris externa*.

Fig. 3. Durchsichtiger sagittaler Längsabschnitt des Gehirnes einer neugeborenen Katze, dreimal vergrössert.

Ah, Ammonshorn. *CG int*, *Corpus geniculatum internum*. *CG ext*, *Corpus geniculatum externum*. *T O Qdg ant*, Fasern des *tractus opticus*, die an der Oberfläche des *Corp. gen. ext.* zu dem oberen Zweihügel hinziehen. *Th*, hinteres äusseres Ende des *Thalamus opticus*, dem Pulvinar entsprechend. *forn*, *Fornix*. *St*, Stabkranz. *R*, Hirnrinde. *C. Stri*, *Corpus striatum*. *JK*, innere Kapsel. *Li*, Linsenkern. *TO*, *Tractus opticus*. *Amg*, Mandelkern. *F*, Stirnhirn. *O*, Hinterhauptshirn. *S*, Schläfehirn.

Fig. 4. Durchsichtiger sagittaler Längsabschnitt des Gehirnes eines Meerschweines, viermal vergrössert.

Th, *Thalamus opticus*. *Z*, Zirbelstiel *(stratum zonale)*. *fd*, absteigender Gewölbschenkel. *fa*, aufsteigender Gewölbschenkel. *Hbd*, äusserste Fasern vom Haubenbündel des *Ganglion habenulae*. *Pes*, Hirnschenkelfuss. *Pons*,

Pons Varolii. Corp trap, Corpus trapezoïdes. Pyr, Pyramide. *Ol,* untere Olive. *Pyr Kr, Decussatio pyramidum. V. Str,* Vorderstrang des Rückenmarkes. *H Str,* Hinterstrang. *Fac,* Facialisknie. *H,* Haube. *S. ferr,* Zellen der *substantia ferruginea* und die aus ihr heraustretenden Fasern. *IV,* Wurzel des *N. trochlearis. Qdg post,* hinterer Zweihügel. *Qdg M ext,* oberflächliches Mark des hinteren Zweihügels. *Qdg M,* tiefes Vierhügelmark, das nach vorn in die hintere Kommissur übergeht. *Qdg ant,* vorderer Zweihügel. *T O Qdg ant,* Fasern des *tractus opticus* und ihre Einstrahlung in den vorderen Zweihügel. *L M ext, Lamina medullaris externa. C. p.,* seitliche Fasern der hinteren Kommissur, welche in die Haube übergehen.

Fig. 5. Durchsichtiger Querabschnitt eines Meerschweingehirnes, viermal vergrössert. — Der Schnitt ist schief von rechts nach links, so dass die linke Hälfte etwas weiter nach hinten liegt als die rechte.

RL, Mark der äusseren Riechwindung. *C. Stri, Corpus striatum. Pl Ch, Plexus chorioideus. S P Ah,* graue Substanz des *septum pellucidum* in die des Ammonshornes übergehend. *forn long,* Längsfasern des Gewölbes (Fortsetzung des absteigenden Schenkels ins Ammonshorn). *forn tr,* Querfasern des Gewölbes (Ammonshornkommissur). *B,* Balken. *R,* Hirnrinde. *M,* Hemisphärenmark. *Z,* Zirbelstiel. *Li,* Linsenkern. *AK,* äussere Kapsel. *JK,* innere Kapsel. *BOG, basales Opticus Ganglion fa,* aufsteigender Gewölbschenkel (?). *fd,* absteigender Gewölbschenkel. *tub ant, Tuberculum anterius* des *Thalamus. TO, Chiasma nervorum opticorum. Zf,* Verbindung des Zirbelstieles mit dem absteigenden Gewölbschenkel. *V,* III. Ventrikel. *H Schl,* Gegend der Hirnschenkelschlinge.

Fig. 6. Durchsichtiger Querabschnitt des Gehirnes eines Meerschweines; fünfmal vergrössert.

Ah, Ammonshorn. *forn long,* Längsfasern des *fornix. B,* Balken. *R,* Hirnrinde. *M,* Hemisphärenmark. *CG ext, Corpus geniculatum externum. forn tr,* Querfasern des *fornix. Ah M,* Mark des Ammonshornes. *TO Th,* Einstrahlungen des *tractus opticus* in den *Thalamus* (innere Sehhügelwurzel des Sehstreifens von Meynert). *Qu,* Bündelquerschnitte, die die Fortsetzung der inneren Kapsel nach hinten sind. *TO, Tractus opticus. Pes,* Hirnschenkelfuss. *Lam med,* eine *lamina medullaris. fd,* absteigender Gewölbschenkel. *fa,* aufsteigender Gewölbschenkel. *H,* Bildung der Haube. *V,* III. Ventrikel. *Th I,* unteres Lager des *Thalamus. Th S,* oberes Lager des *Thalamus. C m, Commissura mollis. G hab, Ganglion habenulae. LM ext, Lamina medullaris externa. Gitt,* Gitterschichte. *Li (C. Stri),* hinteres Ende des Linsenkernes mit dem des *Corp. striatum* verschmolzen (s. Fig. 8).

Fig. 7. Durchsichtiger Querabschnitt des Gehirnes eines Meerschweines, viermal vergrössert. Der Schnitt ist schief von rechts nach links; die rechte Hälfte liegt bedeutend mehr nach hinten als die linke.

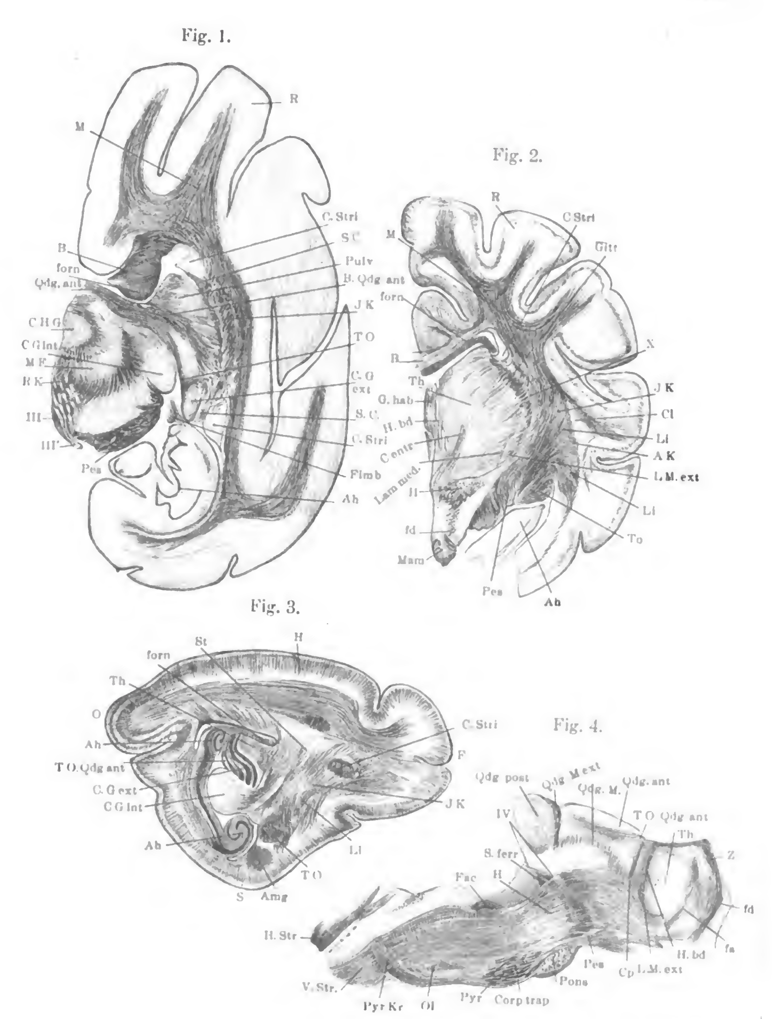
Ah, Ammonshorn. *R,* Hirnrinde. *M,* Hemisphärenmark. *B,* Balken. *Th, Thalamus opticus. CG ext, Corpus geniculatum externum. TO, Tractus opticus. Pes,* Hirnschenkelfuss. *fd,* absteigender Gewölbschenkel. *fa,* aufsteigender Gewölbschenkel. *H,* Bildung der Haube. *Cm, Commissura mollis. V, Ventriculus tertius. G hab., Ganglion habenulae. forn tr,* Querfasern des *fornix* (Ammonshornmark). *forn long,* Längsfasern des *fornix,* welche nach

vorn sich als absteigender Schenkel fortsetzen. *Li*, Linsenkern. *C. Stri*, *Corpus striatum (nucleus caudatus)*. *JK*, innere Kapsel. *AK*, äussere Kapsel. *Qu*, Querschnitte von Bündeln, die die Fortsetzung der inneren Kapsel nach hinten sind. *LM ext*, *Lamina medullaris externa*. *Gitt*, Gitterschichte.

Fig. 8. Durchsichtiger Querabschnitt eines Maulwurfhirnes, fünfmal vergrössert.
Th, *Thalamus opticus*. *Ah*, Ammonshorn. *Li (C. Stri)*, hinteres Ende des Linsenkernes, mit dem des *Corp. striatum* verschmolzen. Dieser Teil setzt sich nach hinten zwischen Ammonshorn und Hemisphärenmark etwas fort, so dass seine Fasern, um in den *pedunculus* zu gelangen, nach vorne umbiegen müssen. *forn tr. (Ah M)*, Querfasern des *fornix* (Ammonshornmark). *G hab*, *Ganglion habenulae*. *Zirb*, Zirbeldrüse. *B*, *Balken*. *forn long*, Längsfasern des *fornix*. *Hbd*, Haubenbündel des *Ganglion habenulae*. *M*, Hemisphärenmark. *R*, Hirnrinde. *Qu*, Bündelquerschnitte, die die Fortsetzung der inneren Kapsel nach hinten sind. *Cm*, *Commissura mollis*. *fd* und *fa*, absteigender und aufsteigender Gewölbschenkel, nahe am *corpus mamillare*. *Y*, ein Faserbündel, das die Mittellinie unterhalb des III. Ventrikels überschreitet. *V*, III Ventrikel. *TO*, verkümmerter *tractus opticus* und Andeutung von seiner Einstrahlung in den *Thalamus*. *H*, Bildung der Haube. *Pes*, Hirnschenkelfuss. *VG*, Durchschnitt der *Vena chorioidea*. *C. G. ext*, *Corpus geniculatum externum* (an seiner breitesten Stelle). *LM ext*, *Lamina medullaris externa*.

Fig. 9. Durchsichtiger Querabschnitt des Stammgehirnes eines Maulwurfes, sechsmal vergrössert.
L p p, *Lamina perforata posterior*. *H*, Haube. *C. G.* int, *Corpus geniculatum internum*. *Qdg ant*, vorderer Zweihügel. *Cp*, hintere Kommissur. *Aq*, *Aquaeductus Sylvii*. *Pes*, Hirnschenkelfuss.

Fig. 10. Stammgehirn einer Katze, von oben gesehen, dreimal vergrössert.
S. P., *Septum pellucidum*. *C. Stri*, *Corpus striatum*. *tub ant*, *Tuberculum anterius* des *Thalamus*. *V*, III. Ventrikel. *TO*, oberflächliche Fasern des *tractus opticus*, die in den vorderen Zweihügel übergehen. *Qdg. post*, hinterer Zweihügel. *Qdg ant*, vorderer Zweihügel. *C. G. int.*, *Corpus geniculatum internum*. *C. G. ext.*, *Corpus geniculatum externum* (von den Fasern des *tractus* bedeckt). *Zirb*, Zirbel. *Z*, Zirbelstiel. *Li*, Linsenkern. *Ri*, oberflächliche seichte Rinne zwischen *C. g. ext.* und *Thalamus*.


Fig. 1.
R
M
C. Stri
S C
B
Pulv
forn
Qdg. ant
B. Qdg ant
J K
C H G
T O
C G int
M F
C. G ext
R K
III
S. C
C. Stri
III'
Pes
Fimb
Ah
Fig. 2.
R
C Stri
M
Gitt
forn
X
B
Th
J K
G. hab
Cl
H. bd
Li
C entr
A K
Lam med.
L M. ext
H
Li
fd
To
Mam
Pes
Ah
Fig. 3.
St
H
forn
Th
O
C. Stri
Ah
F
T O. Qdg ant
C. G ext
C G int
J K
Ah
Li
T O
S
Amg
Fig. 4.
Qdg post
Qdg M ext
Qdg. M.
Qdg. ant
T O Qdg ant
IV
Th
S. ferr
Z
H
Fac
fd
H. Str
fs
H. bd
Pes
Cp
L M. ext
Pons
V. Str.
Pyr
Corp trap
Pyr Kr
Ol

Tafel I.

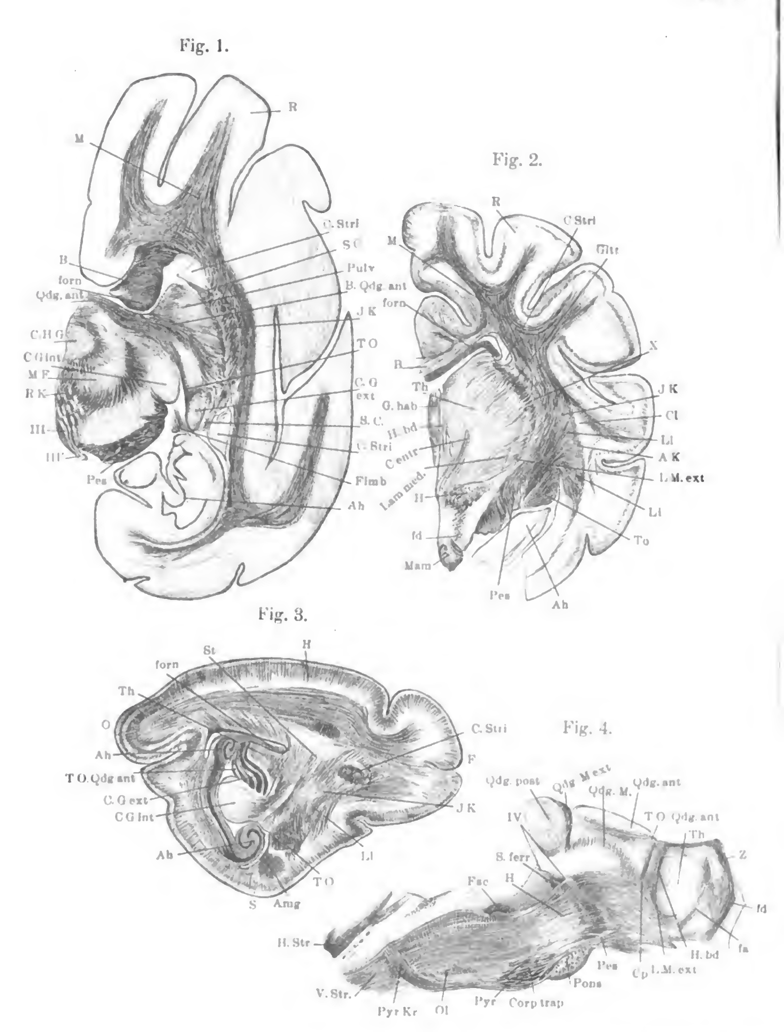
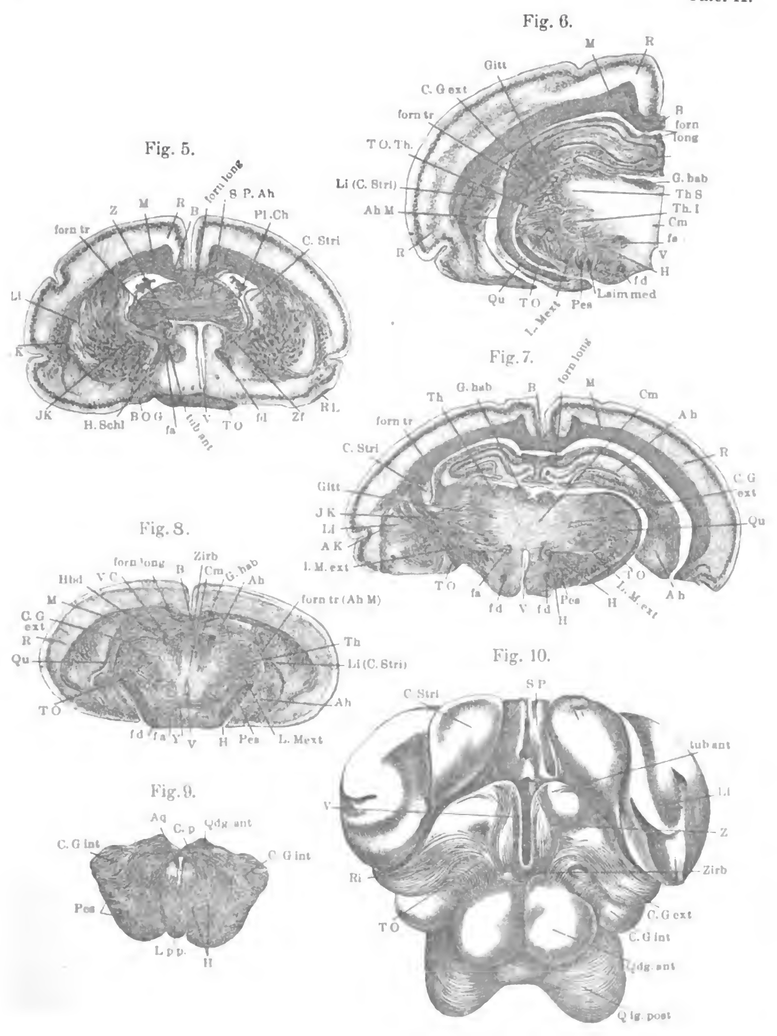


Fig. 1.
R
M
C. Stri
S C
Pulv
B. Qdg. ant
J K
T O
C. G ext
S. C.
C. Stri
Fimb
Ah
B.
forn
Qdg. ant.
C.H G
C G int
M F
R K
III
Pes
Fig. 2.
R
C Stri
Glt
M
forn
X
B.
Th
J K
G. hab
Cl
H. bd
Li
C entr
A K
Lam med.
L M. ext
H
Li
fd
To
Mam
Pes
Ah
Fig. 3.
St
H
forn
Th
O
C. Stri
Ah
F
T O. Qdg ant
C. G ext
J K
C G int
Ah
Li
T O
S
Amg
Fig. 4.
Qdg. post
Qdg. M ext
Qdg. M.
Qdg. ant
T O. Qdg. ant
IV
Th
Z
S. ferr
H
Fsc
fd
H. Str
fa
H. bd
Pes
Cp
L. M. ext
Pons
V. Str.
Pyr Kr
Ol
Pyr
Corp trap


Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.

Untersuchungen über die Haubenregion und ihre oberen Verknüpfungen im Gehirne des Menschen und einiger Säugetiere, mit Beiträgen zu den Methoden der Gehirnuntersuchung.[1])

(1877.)

(Hierzu Tafeln III. IV. V. VI.)

I.

Zu den Methoden der Gehirnuntersuchung.

In Band V dieses Archives, 1875, Seite 229, hat Professor Gudden ein neues Mikrotom beschrieben, das sich seither hier immer mehr bewährte, und auch anderwärts Verbreitung fand.[2]) Einerseits aber stellte sich heraus, dass die richtige Anwendung des Instrumentes von manchen verkannt wurde, anderseits zeigten sich einige noch nicht berücksichtigte Fehlerquellen, die teils am Instrument selbst, teils an dessen Gebrauchsweise lagen und daher aufgehoben werden mussten. Ferner ist noch einiges über die Behandlung der Gehirne und der einmal gemachten Schnitte nachzutragen. Endlich müssen die Untersuchungsmethoden des Gehirnes im allgemeinen und die Grenze ihrer Leistungen kurz besprochen werden. Diese Punkte sollen hier Berücksichtigung finden.

a) **Zum Instrument selbst.** Für die Beschreibung verweise ich auf die eben angeführte Stelle dieses Archives, und ich begnüge mich, hier die nötig gewesenen Verbesserungen anzuführen.

Man muss, um Stufen in den Schnitten zu vermeiden, in einem Zuge schief von links oben nach rechts unten schneiden. Professor Gudden (a. a. O.) berichtet ausserdem: „Dass man so schneiden muss, dass dieselbe Stelle des Messers immer mit derselben Stelle des Präparates zusammentrifft,“ da die Messerklinge und die Fläche des

---

[1]) Aus dem Archiv „für Psychiatrie“. Band VII. 1877.

[2]) Zuerst hatte Herr Katsch auf Veranlassung von Dr. Gierke ein aus Metall genau nach Betz' Zeichnung konstruiertes Mikrotom angefertigt (Gudden a. a. O.).

Mikrotoms, trotz der sorgfältigsten Arbeit nie absolut genau in einer Ebene liegen, was leichte Unregelmässigkeiten in der Dicke des Schnittes an verschiedenen Stellen zur Folge hat. Indessen ist selbst für den Geübteren die verlangte genaue Führung des Messers nicht ganz leicht, und um diese vor jeder Abirrung unbedingt zu sichern, wurde folgendes erdacht und mit Erfolg ausgeführt: Diagonal durch den Wasserbehälter (denselben viereckig angenommen), worin das Mikrotom eingefasst ist, wird eine senkrechte Metalleiste am Boden desselben derart befestigt, dass sie mit einer für das Schneiden möglichst günstigen schiefen Richtung parallel ist, und dass der rechte Griff des Messers stets an sie anstossen kann. Man achtet dann beim Schneiden mit den Augen darauf, dass die Messerklinge immer dem ihr gegenüberliegenden Rand des Behälters parallel bleibt, und mit dem Gefühl darauf, dass der Griff beständig an die Metalleiste stösst. So wird fast mathematisch genau geschnitten und obiges Desideratum erfüllt, was die unangenehmste Form der Stufen gänzlich zu vermeiden und somit feiner zu schneiden erlaubt.

Diese Vorrichtung erlaubt aber zugleich ein genaues Festsetzen der Grössenverhältnisse des Behälters und des Messers zum Mikrotom. Um gut zu schneiden, muss unbedingt ziemlich tief geschnitten werden; dazu aber braucht man für dasselbe Mikrotom eine schiefere Leiste, eine längere Messerklinge und einen längeren Behälter. Herr Instrumentenmacher Katsch konstruiert daher jetzt länglich viereckige Behälter, die dafür eine geringere Breite (Richtung von vorn nach hinten in Bezug auf den, der schneidet) besitzen. Das Messer ist entsprechend länger und die Leiste schiefer; ersteres muss aber immer am Rücken sehr dick sein, damit es auch nicht die minimalste Biegung erleiden kann.

Es wurde von einigen darüber geklagt, dass es schwer sei, regelmässig zu schrauben, weil die Schraube nicht sichtbar ist. Professor Gudden (a. a. O.) hat schon darauf aufmerksam gemacht, dass eine Gradeinteilung mit Zeiger sich leicht anbringen liesse. Nach einem Vorschlag vom Privatdozenten Dr. Burckhardt in Bern wurde von Herrn Katsch an der Schraube ein grosses Rad mit einer in einen gezahnten Kreis eingreifenden Feder angebracht, so dass während einer vollkommenen Umdrehung des Rades die Feder einmal an jeden Zahn (im ganzen 16 mal) stösst, und dabei einen Ton erzeugt.

Ausser den drei von Professor Gudden (a. a. O.) angeführten grossen Mikrotomen, mit einem Lumen von etwa 3, $6^1/_2$ und 16 cm Durchmesser, konstruiert jetzt Herr Katsch noch ganz kleine Instrumente von 1 cm Lumen, mit Messing- oder Glasplatte oben, welche für kleinere Präparate sehr gute Dienste leisten, auch ohne Einrichtung zum Schneiden unter einer Flüssigkeit (ohne Behälter) gebraucht werden

können. Mittelst einer extra zu bestellenden Schraubenvorrichtung kann dieses kleine Mikrotom, sowie die zwei kleineren von den grossen (3 und $6^1/_2$/cm), an jeden beliebigen Tischrand angeschraubt werden, und zwar nach Belieben mit oder ohne Vorrichtung zum Schneiden unter Wasser.

Was die am beweglichen Kolben der Mikrotome angebrachten Knöpfe oder Aushöhlungen betrifft, die zur Befestigung der Einbettungsmasse dienen, so sind dieselben nach der Art dieser Befestigung entweder notwendig oder schädlich (siehe unten).

b) **Zur Gebrauchsweise.** Der Hauptvorzug des Gudden schen Mikrotoms, abgesehen von der genauen Arbeit, ist, dass damit unter Wasser geschnitten wird, und dass so die allergrössten und zugleich die feinsten Schnitte nicht wie sonst, während man schneidet, verdorben werden, sondern ruhig im Wasser schwimmen.

Die Bedeutung der von uns angewendeten Einbettungsmasse, eines Gemisches von 15 Teilen Stearin, 12 Teilen Schweinefett und 1 Teil Wachs, ist vielfach verkannt worden. Sie dient *nur* als Stütze des ganzen Präparates, nicht der einzelnen Schnitte, und es darf ja nicht *durch* dieselbe geschnitten werden. Man muss vor dem Schneiden um das Präparat herum schief bis zur Wandung der Mikrotomhöhle sorgfältig so viel von der Masse mit einem Messer wegnehmen, dass die Schnittfläche des Präparates schliesslich allein die obere Fläche eines gestutzten Kegels bildet, und dass man nur durch das Präparat, nicht durch die jetzt tiefer liegende Einbettungsmasse schneidet. Nur gegen sich zu darf man etwas Einbettungsmasse als Stütze für den Rand des Präparates stehen lassen. Das Schneiden durch die ganze Einbettungsmasse verdirbt und verunreinigt die Messerschneide, infolgedessen auch die Schnittfläche. Ueberdies hebt sich dabei sehr leicht die ganze Messerklinge, was dem Schnitte bald ein Ende macht. Bettet man das Präparat in die noch sehr heisse Masse ein, nachdem man es ausserdem vorher eine Zeitlang in warmem Wasser erwärmt hat, so wird es an die Masse sehr stark adhärent. Dieses hat Vor- und Nachteile. Durch Uebung findet man den günstigsten mittleren Grad je nach dem Präparat. Der feste Zylinder, der durch das Erkalten der Einbettungsmasse sich bildet, retrahiert sich aber immer ziemlich stark, und so entsteht ein Hohlraum[1]) zwischen ihm und dem Mikrotom; er hält nur noch durch die Knöpfe und Aushöhlungen der Basis, was nicht immer genügt. Man kann dann in diesem Hohlraum kleine Holzsplitter

---

[1]) Je kälter die Masse eingegossen wird, desto grösser wird dieser Hohlraum, weil dann das Mikrotom nicht genug erwärmt werden kann, um sich gehörig auszudehnen, während die Masse noch flüssig ist.

einkeilen und den Zylinder damit befestigen; dieselben werden aber später beweglich. Besser ist es, wenn der Präparatenzylinder wackelt, ihn ganz aus dem Mikrotom herauszuziehen und entweder in das letztere sehr heisse Masse wieder zu giessen, um die Lücke zu füllen, oder an seinen inneren Wänden eine kleine Quantität einer fest klebrigen Mischung (z. B. Terpentin mit Wachs heiss gemischt) ringsum aufzutragen. Dann erwärmt man rasch die Peripherie des Präparatenzylinders und schiebt denselben sorgfältig in das Mikrotom wieder hinein, wo er gewöhnlich baumfest bleibt, bis das Präparat ganz zu Ende geschnitten ist. Wird die Prozedur angewendet, so sind natürlich Knöpfe und Aushöhlungen im Kolben des Mikrotoms ganz unnütz, sogar schädlich. Besser ist es jedoch, wenn man das Herausziehen und Wiedereinschieben vermeiden kann, da das Präparat dabei sehr leicht zerbrechen kann; recht breite Knöpfe und Aushöhlungen halten gewöhnlich genug.

Die Regelmässigkeit der Schnittführung ist durch die oben angegebenen Verbesserungen des Instrumentes gesichert. Vor der Anbringung dieser Verbesserungen ist es mir dennoch schon gelungen, das ganze Gehirn eines kleinen Hundes von der Pyramidenkreuzung an bis fast zum Stirnende in 1117 schöne, regelmässige, sehr feine Querschnitte zu zerteilen. — Trotz allem kommen noch ab und zu flache Stufen und Streifen vor, deren Erklärung wichtig ist, damit sie vermieden werden:

1. Sind die Stufen feinstreifig und parallel mit der Richtung des Schneidens, beziehungsweise mit der Richtungsleiste im Wasserbehälter, so sind sie durch Scharten und Unregelmässigkeiten der Messerschneide oder durch fremde Partikeln (Einbettungsmasse u. dergl.), die an der Unterseite der Messerschneide kleben oder endlich durch Gefässe oder Bindegewebsfetzen der Präparates, die statt durchgeschnitten zu werden, von der Messerschneide mitgerissen worden sind, entstanden. Damit ist schon gesagt, wie man sie vermeiden muss.[1])

2. Sind die Stufen breit und parallel mit dem Messer, beziehungsweise mit dem Rand des Behälters, so sind sie bedingt entweder durch Bewegungen des ganzen Zylinders der Einbettungsmasse oder durch Hebung der Messerklinge oder durch Bewegungen des Präparates (Biegungen durch seine eigene Elastizität) oder durch Unebenheiten der Mikrotomfläche. Letzterer Uebelstand wird durch die oben angeführte erste Verbesserung des Instrumentes aufgehoben, indem bei den einander folgenden Schnitten jede Unebenheit genau über die gleiche

[1]) Wenn man sieht, dass Ependym oder ein Gefäss, statt durchgeschnitten zu werden, mitreisst, so muss man mit dem Messer etwas zurückgehen und mit einem kurzen Ruck oder mit leichten Sägebewegungen das Hindernis durchschneiden.

Unebenheit des vorigen Schnittes kommt und dieselbe ausgleicht. Wie die beiden ersteren Arten dieser breiten Stufen zu vermeiden sind, ist bereits gesagt worden. Es bleiben nur noch die Bewegungen des Präparates, welche durch dessen Elastizität bedingt sind. Je weicher das Präparat ist, desto leichter gibt es solche Stufen, indem es ungemein leicht federt. Besonders kommen Stufen vor an Stellen, die unten nicht unterstützt sind, wo z. B. eine Lücke in der Einbettungsmasse, eine angefüllte Hirnhöhle sich darunter befindet. Will man dicker schneiden, so wird das Uebel ärger statt besser; es heben sich dann ganze Stücke aus dem Präparate heraus. Füllung der Lücken und vor allem genügende Härtung des Präparates sind die einzigen Mittel, um diese Stufen zu vermeiden. Daher ist auch für das Schneiden mit dem Mikrotom ein etwas höherer Härtungsgrad nötig als für das Schneiden aus freier Hand.

Sind grosse feine Schnitte einmal gemacht, so ist es unumgänglich notwendig, dass die ganze folgende Behandlung stets unter Flüssigkeit stattfinde. Ein solcher Schnitt kann nicht herausgehoben und in den Teller oder auf die Glasplatte gebracht werden, sondern man muss den Teller respektive die Glasplatte ins Wasser unter den Schnitt schieben und dann mit dem aufliegenden, sorgfältig festgehaltenen Schnitt heben. Ebenso muss der Schnitt am Boden des Tellers festgehalten werden, während man das Wasser abgiesst; dann wird in den Teller die Tinktionsflüssigkeit hineingegossen. Nelkenöl u. dergl. dürfen erst auf den schon auf der Glasplatte liegenden Schnitt gegossen oder mit dem Pinsel aufgetragen werden; in anderer Weise zerklüften sich darin die feinen Schnitte. Uebrigens ist Geduld mit sicherer Hand die Hauptsache; das Nachbehandeln und Einlegen von sehr grossen und feinen Hirnschnitten ist eine weit grössere und schwierigere Aufgabe als das Schneiden selbst.

c) **Zu den Tinktions- und Härtungs-Methoden.** Die hauptsächlich von uns angewendete, allgemein bekannte, von Gerlach entdeckte Färbung ist die mit Karminammoniak. Es ist auch bei fortlaufenden Schnittreihen, wo alles gleichmässig gut sein muss, die einzig konsequent anwendbare. In Osmiumsäure kann man nur ganz klein geschnittene Objekte einlegen. Die Goldchloridmethoden sind alle unsicher und gelingen nie in einer ganzen Reihe; ferner färbt man damit die Ganglienzellen nicht, dafür aber Axenzylinder und Markscheide so gleichmässig, dass man sie voneinander nicht unterscheiden kann; endlich färbt oft genug das Gold Bindegewebsfibrillen, Gefässe und alles mögliche ausser den Nervenfasern, was die Verfolgungen ganz unsicher macht. Die Besichtigung Gerlachscher Originalpräparate des Rückenmarkes haben mir keine bessere Meinung von dieser Methode beigebracht. Durch die Zuppingersche Methode mit wasserlöslichem Anilin-

blau[1]) wird der Nervenfortsatz der grossen Rückenmarkszellen sehr schön gefärbt, wird es aber auch, obwohl weniger schroff, durch Karmin; in allem übrigen steht diese Methode der Karminfärbung weit nach. Endlich färbt die ausserordentlich schöne Fuchsinimbibitionsmethode von Dr. E. Hermann[2]) fast nur Kerne und Nucleoli, ist somit für Faserverfolgungen nicht brauchbar. Andere Methoden habe ich nicht versucht, und unter den angewendeten hat mir die richtig getroffene Karminfärbung stets die besten Bilder gegeben. An mit Pikrokarmin gefärbten Schnitten, die ich von anderer Seite her zu Gesicht bekam, sah ich keine Vorzüge. Es ist aber der richtigen Anwendung der Karminfärbung für das Gehirn meines Wissens kaum irgendwo die nötige Aufmerksamkeit geschenkt worden.

Um eine gute Karminfärbung der histologischen Elemente zu erhalten, muss man das frische Gehirn in einer wässerigen Lösung von doppeltchromsaurem Kali lange Zeit härten und muss dabei jede Beimischung mit Alkohol bis nach der Karminfärbung aufs sorgfältigste vermeiden. Es ist sogar das so gebräuchliche Befeuchten der Rasiermesserklinge mit Alkohol bei Anfertigung der Schnitte aus freier Hand entschieden zu verwerfen. Sind die Schnitte einmal gefärbt, so schadet der Alkohol nicht mehr. Ueber die Wirkung des Alkohols später mehr. Deiters[3]) hat schon darauf aufmerksam gemacht, dass verschiedene Tiergehirne sich verschiedenartig härten und färben; ebenfalls ist es bekannt, dass Gehirn und Rückenmark desselben Tieres in dieser Beziehung verschieden voneinander sind. Diese Unterschiede sind sehr bedeutend und von der grössten Wichtigkeit. Im allgemeinen kann man sagen, dass bei demselben Tiere Rückenmark und Oblongata sich am langsamsten härten, Grosshirn am schnellsten; wenn erstere gut gehärtet sind, ist letzteres bereits zu spröde; wenn letzteres gut, erstere noch zu weich. Kleinhirn, Pons und oberer Teil der Oblongata bilden meist Uebergänge zwischen Grosshirn und Rückenmark in Bezug auf ihre Härtungsfähigkeit. Anderseits härten sich Gehirne kleiner, zarter und niederer organisierter Tiere viel rascher als solche grosser Säugetiere und vor allem des Menschen, und erfordern daher verdünntere Lösungen. Ein Kanarienvogel- oder Fischgehirn ist in wenigen Wochen hart; ein Menschengehirn und vor allem ein Menschenrückenmark braucht Monate und Jahre, bis es gut gehärtet ist, und muss dabei in konzentrierter Lösung liegen. Es ist nicht richtig, dass die Zeit der Härtung von der Grösse des eingelegten Stückes wesentlich abhängig ist; grosse Stücke des menschlichen Gehirns härten sich viel rascher

[1]) Schulzes Archiv für mikr. Anatomie. Vol. X. S. 255.

[2]) Vortrag in der deutschen Naturforscherversammlung zu Graz, 1875.

[3]) O. Deiters: Untersuchungen über Gehirn und Rückenmark des Menschen und der Säugetiere. Braunschweig 1865.

als Rückenmarkstücke. Anderseits schimmeln und verfaulen grosse Stücke (z. B. eine ganze Hemisphäre des Menschen) besonders in verdünnter Lösung leichter als kleine. Dieses wird jedoch durch konzentrierte ab und zu gewechselte Lösungen und durch kühle Temperatur des Zimmers (Keller) leicht vermieden. Zur guten Färbung gehört eine ziemlich bedeutende Härtung; anderseits aber ist ein überhärtetes sprödes Präparat in jeder Beziehung unbrauchbar, kann auch nicht mehr gut gefärbt werden; will man es schneiden, so rollen und zerbröckeln die Schnitte. Zahlen und genaue Vorschriften lassen sich hier nicht geben; es muss jedesmal versucht werden. Ich finde, wie D e i t e r s, dass bei Gehirnen, die sich schwer härten, die Anwendung der konzentriertesten doppeltchromsauren Kalilösungen durchaus nicht schadet, sondern im Gegenteil vorteilhaft ist. Eine ganz unnötige Mühe ist es, die Lösung genau prozentisch zu messen, um so mehr, da je nach der Grösse des eingelegten Stückes kleinere oder grössere Quantitäten des Salzes von demselben absorbiert werden.

Ist das Gehirn oder das Rückenmark richtig gehärtet, und sind die Schnitte möglichst fein gemacht worden, so muss man letztere einige Stunden in Wasser waschen und dann das Wasser durch eine ganz neutral gewordene (lang an der Luft stehen gelassene und mehrmals filtrierte) Lösung von karminsaurem Ammoniak ersetzen. Hierbei muss jedesmal das Färbungsvermögen des Präparates zuerst versucht werden; färbt es sich rasch, in wenigen Stunden, so verdünne man die Karminlösung; färbt sich langsam, so konzentriere man dieselbe. Am besten richtet man es so ein, dass die Schnitte 12 bis 24 Stunden im Karmin bleiben müssen. Die einmal gebrauchte Karminlösung kann, wenn jedesmal filtriert, noch unzähligemal gebraucht werden; sie wird dadurch eher besser als schlechter. Nach der Tinktion werden die Schnitte in mit Essigsäure leicht angesäuertem Wasser wenige Stunden (1 bis 2 Stunden) gelassen, dann mit Alkohol entwässert, mit Nelkenöl aufgehellt und in Kanadabalsam eingeschlossen. Die schon längst von anderen angegebene Tatsache, dass in den in Damarfirnis eingelegten Präparaten nach Jahren Kristalle sich bilden, die oft alles verderben, haben wir leider bestätigen müssen. Ich habe mich aber auch überzeugt, dass dieselben sich wieder von selbst ganz auflösen können; ob sie sich dann wieder bilden, weiss ich freilich noch nicht. Die Anwendung von Kreosot oder Phenol statt Nelkenöl schien mir für Karmin und auch für Anilinblaupräparate schädlich zu sein, indem die Färbung dadurch diffuser wurde. Aehnliches hat H. Charlton B a s t i a n[1]) gefunden; er will zwar durch Neutralisierungsverfahren diese schädliche Wirkung aufheben, dieselben sind aber für grosse Hirnschnitte zu kompliziert.

---

[1]) Journal of Anat. and Physiol., I, p. 104—109. 1867.

Um mikroskopisch gut zu werden, muss die Karminimbibition intensiv sein, was eben nur von ordentlich und ohne Alkohol gehärteten Präparaten ertragen wird. Dann sind die Gefässkerne, die Körner der Gehirnsubstanz, die Ganglienzellen mit allen ihren Fortsätzen (auch dem Nervenfortsatz der grossen Zellen), sowie der Axenzylinder der Nervenfasern intensiv rot gefärbt. Die Zwischensubstanz ist heller rot oder rosa gefärbt. Die Markscheide der Nervenfasern bleibt ganz weiss oder gelb. Die Kerne und Nucleoli der Zellen sind dunkler gefärbt als das Protoplasma. Ist die Färbung gut, so müssen in der ganzen Schnittreihe alle Nervenzellen der Hirnrinde und anderer Hirnteile mit ihren Fortsätzen und deren gröberen Teilungsästen[1]) sichtbar sein; ebenso müssen die Axenzylinder der grossen und mittelgrossen Nervenfasern klar zu sehen, deutlich zu verfolgen und von ihrer Markscheide zu unterscheiden sein. Die Axenzylinder der feinen Fasern des Gehirns müssen auch noch als rote Fädchen im Marke sichtbar und bei günstiger Lage einzeln verfolgbar sein.

Wird das Gehirn, wie es von vielen empfohlen wird, zuerst in Alkohol gelegt und dann erst in doppeltchromsaurer Kalilösung fertig gehärtet oder wirkt beim Schneiden Alkohol auf die Schnitte ein, so tritt dann gewöhnlich durch Karmin eine andere Art der Färbung auf; die Schnitte färben sich meist rasch und intensiv, aber diffus rot. Fast am intensivsten rot wird die Zwischensubstanz; die Zellen und Kerne färben sich meist schwach, undeutlich, unregelmässig, und erstere bleiben sogar manchmal heller als ihre Umgebung; die Markfasern bleiben ganz hellweiss oder gelb, der Axenzylinder derselben färbt sich nicht oder nur undeutlich. Vom Rückenmark und teilweise von Oblongata und Pons kann man zwar, trotz der Alkoholeinwirkung, noch leidlich gut gefärbte Schnitte erhalten; ein Unterschied von den anderen ist jedoch immer vorhanden.

Will man aber nur makroskopisch oder für die Lupe brauchbare Präparate haben, die nur zur Verfolgung der Markfaserbündel und zum Ueberblick der Verteilung der grauen Substanz als Ganzes dienen sollen, so ist die kombinierte Härtungsmethode mit Alkohol und doppeltchromsaurem Kali der anderen sogar vorzuziehen. Dabei darf man auch ohne Nachteil verhältnismässig dick schneiden. Auch hier gibt übrigens die Karminfärbung die schönsten Bilder.

d) **Zu den Untersuchungsmethoden des Gehirns im allgemeinen und zu den Grenzen ihrer Leistungen.** Es kann, glaube ich, behauptet

[1]) Man darf nicht über diese Frage nach dem in Fig. 26 abgebildeten Schnitt urteilen, denn erstens gehört derselbe einer Hirnregion an, wo die Nervenzellen ganz ausserordentlich schwer imbibierbar sind, und zweitens war das Präparat nichts weniger als tadellos gehärtet; leider stand mir kein anderes zur Disposition.

werden, dass durch das Mikrotom von Professor G u d d e n die Schnittmethode nahezu den höchsten Grad der Vollkommenheit erreicht hat.[1]) Bei günstiger Härtung kann man beliebig grosse (Sagittalschnitte durch ein ganzes Menschenhirn) sowie beliebig feine Schnitte machen und davon ganz lückenlose Reihen zustande bringen, so dass ein ganzes Präparat in Schnitte zerlegt wird.

Die Schnitte sind aber nur eine Vorbereitung des Gehirns zur Untersuchung, und leider ist die Vollkommenheit der Färbungs- und sonstigen rein anatomischen Untersuchungsmittel eine weit geringere. Die allerletzten Verästelungen der Protoplasmafortsätze der Ganglienzellen, die allerfeinsten Axenzylinder entziehen sich bis jetzt jeder Beobachtung oder wenigstens jeder Entwirrung. Was im Gewirre des feinsten Fasernetzes des Stromas der grauen Hirnsubstanz, wie es bei guter Goldchlorid- oder Karmintinktion auch bei Zupfpräparaten sichtbar gemacht wird, Bindegewebsfibrille, Fortsätze einer D e i t e r s schen Bindegewebszelle, Teilungsprodukt der feinsten Axenzylinder, Verlängerung der feinsten Protoplasmafortsätze der Ganglienzellen, sogenannte Grundsubstanz oder endlich Gerinnungsvorgang ist, weiss man wohl trotz der mühseligsten Arbeiten hervorragendster Histologen, wie K ö l l i k e r, H e n l e, D e i t e r s, G e r l a c h, Max S c h u l z e, B o l l, R a n v i e r u. a., mit Sicherheit immer noch nicht; davon zeugen zur Genüge die Widersprüche dieser Autoren und der Umstand, dass man sich schliesslich immer mit Theorien hilft. Fügt man hinzu, dass alle übereinstimmend noch eher mit Zupf- und Macerationspräparaten in diese Verhältnisse einen Einblick gewannen, als mit der Schnittmethode, so muss man in seinen Ansprüchen und Erwartungen in Bezug auf letztere sehr bescheiden werden.[2]) Zupf- und Macerationspräparate können aber über topographische Verhältnisse und Faserzusammenhang auf grösseren Strecken durchaus keinen Aufschluss geben. Ueber allen Zweifel erhoben ist die D e i t e r s sche Entdeckung der direkten unverzweigten Verbindung des Axenzylinders der Fasern peripherer motorischer Nerven mit dem Nervenfortsatz der Ganglien-

---

[1]) Mit etwas anderen Worten von Prof. G u d d e n (a. a. O.) schon ausgesprochen.

[2]) Aber selbst wenn, wie es M e y n e r t (Skizzen über Umfang und wissenschaftliche Anordnung der klinischen Psychiatrie. Wien, 1876, bei B r a u m ü l l e r) verlangt, „der allervollkommenste Nervenmann mit dem durchsichtig sich aufhellenden Gehirn, dessen Dickicht die psychologische Beute birgt, in hellem Weiss auf der Tafel der psychologischen Berechnungen entgegentreten“ k ö n n t e, selbst wenn im durchsichtigen Hirn, alle Elemente in ihrer Qualität und in ihren nächsten Verbindungen klar da liegen würden, so bliebe immer noch die Aufgabe, den Zusammenhang dieser Millionen von Fädchen und Zellen, ihre Gruppierung zu grösseren Apparaten, in der Schnittreihe zu übersehen. Ob es je dem vollkommensten Manne gelingen wird, seine Seele in dieser Weise klar vor seine Augen zu zerlegen, wollen wir vorderhand noch bezweifeln.

zellen ihres sogenannten Ursprungkernes im Rückenmark oder im Gehirn. Wir haben uns alle im hiesigen Laboratorium überzeugt, dass die Angabe Gerlachs,[1] „man könne an Schnittpräparaten mit den gegenwärtigen Hilfsmitteln keine Nervenfaser der vorderen Wurzeln mit Sicherheit direkt bis zu einer Nervenzelle verfolgen", ganz irrig ist, und dass eine solche Verfolgung mit voller Klarheit und Sicherheit, obwohl selten in ihrem ganzen Verlauf, an einem Schnitt möglich ist, wie es Boll[2]) nachgewiesen hat. Ebenso ist der direkte unverzweigte Zusammenhang der Nervenfasern mit Ganglienzellen an den peripheren Ganglien schon lange nachgewiesen. Im übrigen Zentralorgan aber hat man über die Verbindung der Fasern mit den Zellen fast nur Hypothesen oder Fragmentbilder von Zupfpräparaten, die keinen sicheren topographischen Schluss erlauben. Höchstens kann man noch die Art der Verbindung der Purkinjeschen Zellen im Kleinhirn (Koschewnikoff[3]) und Boll a. a. O.) und der grössten Pyramidenzellen der Grosshirnrinde (Koschewnikoff[4]) als nahezu feststehend ansehen. Daher darf es auffallend erscheinen, dass neuere Hirnanatomen, insbesondere Meynert,[5]) immer noch die „Unterbrechung eines Faserbündels in seinem Verlauf durch eine Ganglienzellengruppe" beschreiben, dann dieses unterbrochene Faserbündel noch weiter verfolgen, es oft sogar zum zweitenmal unterbrochen werden lassen u. dergl. Ueberhaupt ist die Massenhaftigkeit der angeblichen Resultate sowie die weite Verfolgung der Fasern bei Luys,[6]) Meynert u. a. solchen Tatsachen, wie die oben angeführten gegenüber, geradezu unbegreiflich. Schon in einem und demselben Schnitt kann man nur, und nicht immer ohne Mühe, eine nicht zu feine Nervenfaser mit Sicherheit in ihrem ganzen Verlauf verfolgen. Wieviel schwieriger ist aber die Verfolgung in einer fortlaufenden Schnittreihe! Ich glaube nach meinen Erfahrungen sagen zu dürfen, dass eine solche Verfolgung nur dann mit Sicherheit möglich ist, wenn man es mit einem scharf isolierten kompakten Bündel zu tun hat, oder allenfalls, wenn mehr lockere Faserzüge, wie solche vielfach im Rückenmark und in der Oblongata

---

[1]) Strickers Handbuch der Lehre von den Geweben. IV. Lieferung. Seite 681.

[2]) Die Histiologie und Histiogenese der nervösen Zentralorgane. Archiv für Psychiatrie. Band IV. Seite 64. 1874.

[3]) Der Axenzylinderfortsatz der Nervenzellen im Kleinhirn des Kalbes. Schulzes Archiv für mikrosk. Anatomie. Band V.

[4]) Axenzylinderfortsatz der Nervenzellen an der Grosshirnrinde. Schulzes Archiv für mikrosk. Anatomie. Band V.

[5]) Strickers Handbuch der Lehre von den Geweben. IV. Seite 694: Vom Gehirne der Säugetiere, von Theodor Meynert in Wien. 1870.

[6]) Recherches sur le Système nerveux cérébro-spinal. Paris 1865 und: Iconographie photographique des centres nerveux. Paris 1873.

vorhanden sind, aus ganz dicken Fasern mit groben Axenzylindern bestehen. Hierbei kommt einem, was Deiters zuerst gewürdigt hat, die Verschiedenheit des Kalibers der Fasern zu Hilfe. Das sichere Weiterverfolgen von Faserbündeln durch reine, gleichgeartete weisse Substanz, beziehungsweise durch gleich aussehende andere Fasermassen, sowie von Bündeln feiner Fasern (Grosshirnfasern), nachdem sie sich in die graue Substanz zerstreut, entbündelt haben, ist bei unseren gegenwärtigen Färbungsmitteln und Mikroskopen einfach eine Unmöglichkeit. Wenn ein Bündel nur unvollkommen abgegrenzt ist, so kann es (Schleifenschicht z. B.) unter Umständen auf längere Strecken verfolgt werden, aber nur „im grossen und ganzen“, also, dass dadurch der Nachweis der wirklichen direkten Kontinuität der einzelnen Fasern auf längere Strecken ebensowenig geliefert ist, als etwa in den Vordersträngen des Rückenmarkes. Es ist sogar in einem solchen Falle möglich, dass nach einem längeren Verlauf alle Fasern des Bündels nach und nach durch andere ersetzt worden sind.

Die sogenannte Faserungsmethode, d. h. die makroskopische Abfaserung von Weingeistpräparaten mit einer Pinzette, um die Faserzüge zu verfolgen, ist gänzlich zu verwerfen. Die abenteuerlichen Verfolgungen, die damit von den älteren Autoren erzielt worden sind, zeigen zur Genüge, dass man damit ziemlich das machen kann, was man eben zu machen wünscht. Versuche, die ich früher damit anstellte, mussten daher nach kurzer Zeit unterbleiben. Höchstens kann man damit für oberflächliche Faserlagen einige Winke gewinnen, da solche an Durchschnitten schwerer zu verfolgen sind. Dass Huguenin in seinem Buch[1]) noch in so ausgedehntem Mass diese Methode in Anwendung zieht, ist daher schwer zu erklären. Was mit derselben annähernd sicher zu sehen ist, sieht man weit sicherer an Schnitten.

Die wichtigste Hilfe hat die Hirnanatomie von physiologischen Experimenten zu erwarten. Dieses weisen besonders die schon von den bedeutungsvollsten Erfolgen gekrönten Experimente von Professor Gudden an neugeborenen Tieren, d. h. die darauf erfolgende Atrophie von ganzen Faserzügen im Gehirn und Rückenmark nach, wobei die Vergleichung der operierten mit der normal gebliebenen Hälfte unschätzbare Anhaltspunkte gibt.

Ferner können weitere höchst wichtige Fortschritte durch eine umfangreiche vergleichende Bearbeitung der Gehirne aller Wirbeltierklassen (freilich mit einer genaueren Berücksichtigung der homologen Formen als es in Stiedas[2]) Arbeiten geschieht) erfolgen. Dann hat

[1]) Allgemeine Pathologie der Krankheiten des Nervensystems. I. Teil: Anatomische Einleitung. Zürich. Zürcher & Furrer. 1873.

[2]) Stieda: Studien über das zentrale Nervensystem der Knochenfische (1868), der Vögel und Säugetiere (1868), der Wirbeltiere (1870), der Amphibien und Reptilien (1875). Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Band XVIII, XIX, XX, XXV.

jüngst Flechsig[1]) durch das Studium der verschiedenartigen Entwicklungszeiten der Markscheiden beim Embryo wichtige Tatsachen entdeckt. Endlich geben bekanntlich die sekundären Degenerationen (Türk,[2]) Bouchard,[3]) Flechsig a. a. O.), die Missbildungen, sowie andere pathologische Prozesse wichtige Aufschlüsse. Leider betreffen diese Methoden meist nur Rückenmark, Oblongata und peripherische Nerven.

Der einzige Autor, der es gewagt hat an der Hand der histologischen Forschungen der Neuzeit das geheimnisvolle Dunkel des Grosshirnes und der Stammganglien aufklären zu wollen, ist Meynert. Dies war ein höchst verdienstvoller und anregender Versuch. Hier jedoch, es sei gleich vorausgesagt, kann unserer Ansicht nach von Verfolgung einzelner Axenzylinder auf weitere Strecken, mit Ausnahme von den sogenannten Hirnnerven mit ihren Kernen, keine Rede sein. Fast nur Bündel von Markfasern, fast nur das Mark und die allgemeine Richtung seiner Fasern lassen sich unterscheiden, und hier habe ich mich überzeugt, dass Schnitte aus mit Alkoholzusatz gehärteten Präparaten oft ebenso gute, wenn nicht bessere Dienste leisten, als die feinsten Schnitte aus rein in doppeltchromsaurem Kali gehärteten Hirnen; dieses gilt jedoch nur zum Teil für die Haubenregion, die noch *vieles* von der Oblongota an sich hat. — Im eigentlichen Grosshirn ist aber die eigentlich histologische Verfolgung der Faserung nicht mehr möglich. Trotzdem stehen die Faserverfolgungen Meynerts bis in seine letzte Arbeit,[4]) was ihre Ausdehnung und Verflechtung betrifft, nicht im mindesten denjenigen von Gratiolet,[5]) Luys u. a. nach. Es muss einem bald klar werden, dass, ungeachtet des unstreitig genialen Blickes Meynerts, und trotz seiner grossen Kenntnis des Gehirns, in seinen Angaben das Sichere und das Unsichere, das Hypothetische und das Tatsächliche in einer Weise untereinander verwebt sind, welche die Scheidung oft unmöglich macht. Ferner ergeben sowohl seine Figuren als seine Angaben, wenn man dieselben mit lückenlosen Schnittreihen vergleicht, dass er unmöglich immer mit solchen gearbeitet haben kann, was übrigens ohne Mikrotom auch nicht leicht gewesen wäre.

[1]) Die Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmark des Menschen auf Grund entwicklungsgeschichtlicher Untersuchungen. Leipzig 1876, bei Engelmann.

[2]) Wien. Akad. Sitzungsber. Math. nat. Kl. Band VI. 1851. I. Hälfte. Seite 288 fg. — Band XI. 1853. II. Hälfte. Seite 93 fg.

[3]) Archives générales de médecine 1866. Mars. Avril. Mai. Septembre.

[4]) Skizze des menschlichen Grosshirnstammes etc. Archiv für Psychiatrie. Band IV. Seite 387.

[5]) Anatomie comparée du système nerveux par Leuret et Gratiolet. Tome II par Gratiolet. Paris 1839—57.

Die Figuren Meynerts (a. a. O.), obwohl im allgemeinen der Natur entlehnt, enthalten viele schematisierte Einzelheiten, die manche Unrichtigkeiten darstellen.[1]) Es wird demnach eine Nachprüfung der Meynertschen Ergebnisse an der Hand lückenloser, gut gefärbter Schnittreihen nicht müssig erscheinen können. — Mein leitender Gedanke in folgenden Zeilen, sowie in den Figuren war stets die strenge Vermeidung aller Schemata und jedes Hinausgehen über das streng Tatsächliche, da ich diese beiden Fehler als den wundesten Punkt der Hirnanatomie betrachte. Möge es mir gelungen sein.

II.

Untersuchungen über die Haubenregion und ihre oberen Verknüpfungen im Gehirn des Menschen und einiger Säugetiere.

Ich habe mir hier zur Aufgabe gestellt, die bisherigen Angaben über die Faserzüge und topographischen Verhältnisse der Haubenregion zu prüfen. Diese Region wurde Isthmus (Ridley, nach Burdach,[2]) Tegmentum oder Haube des Hirnschenkels (Reil, Burdach, Arnold, Meynert), Coiffe (Gratiolet) genannt, und von manchen Autoren nicht vom Vierhügel unterschieden. Da die Begrenzung der Haube meist ungenügend definiert wird, will ich dieselbe in groben Zügen folgendermassen angeben: die Haubenregion wird oben (soweit sie sich nicht in die Regio subthalamica fortsetzt) vom Thalamus opticus, vom Meynertschen Bündel (Hbd in den Figuren) und von beiden Corpora geniculata, dorsal und medial von den Vierhügelganglien und vom zentralen Höhlengrau des Aquaeductus Sylvii, ventral von der Substantia nigra und (weiter unten) von der Querfaserung des Pons begrenzt; unten geht die Haubenregion ohne Grenze in die Oblongata über. Trotz ihrer Wichtigkeit wurde diese Region von den Anatomen, ausgenommen Meynert, auffallend mangelhaft berücksichtigt; ausserdem ist sie den physiologischen und anderen Untersuchungsmitteln bisher sehr wenig zugänglich geblieben. Dass leider meine Resultate meist negativer oder nicht entscheidender

---

[1]) Die Figuren Huguenins (a. a. O.) sind grösstenteils nichts anderes, als die noch mehr schematisierten Meynertschen Schemata.

[2]) Vom Baue und Leben des Gehirns. Leipzig 1822. Band II.

Natur sind, wird nach dem oben Gesagten hoffentlich niemand überraschen; da dieselben jedoch vielfach von den bisherigen Angaben abweichen, so halte ich sie einer ausführlichen Mitteilung wert.

Vor allem habe ich aus einer von Professor Gudden, Dr. Bandorf und mir geschnittenen fortlaufenden durchsichtigen Querschnittsreihe durch ein ganzes menschliches Gehirn die Haubenregion und ihre Adnexe (Regio subthalamica etc.) aus einer Anzahl von Schnitten gezeichnet (Fig. 1—22), was zur topographischen Orientierung behilflich sein soll. Das Nähere über die Art der Anfertigung dieser Zeichnungen wird ausführlich am Ende der Erklärung der Abbildungen angegeben; ich bitte darauf recht achten zu wollen. Diese Schnittreihe wurde frontal, d. h. senkrecht, zu einer von der Stirnhirnspitze zur Occipitalhirnspitze gehenden Axe angefertigt. Infolgedessen wurden Pons und Oblongata, welche (vom Kleinhirn nach abwärts gedrängt) schief von oben nach unten zum Rückenmark absteigen, schief getroffen. Meynert schneidet dagegen den aus den Grosshirnhemisphären herausgeschälten Hirnstamm (bestehend aus Nucleus caudatus, Linsenkern, Insel, Thalamus, Vierhügel, Haube und Pedunculus) in seiner queren Richtung und ebenso Pons, Oblongata und Rückenmark in ihrer betreffenden Quere. Durch künstliche Streckung lässt sich nämlich der isolierte, noch frische Hirnstamm in die direkt fortgesetzte Rückenmarksrichtung einstellen und in dieser Stellung härten. Wir wollen diese Längsaxe, zu welcher dann einfach senkrecht geschnitten wird, Meynertsche Schnittaxe, die zu ihr senkrechten Ebenen kurz Meynertsche Querebenen nennen, da sie die Grundlage der Meynertschen Hirndarstellung bilden.[1]) Oben fallen die beiden genannten Axen zusammen; nach unten aber weichen sie immer mehr auseinander; im menschlichen Rückenmark stehen sie aufeinander fast senkrecht. — Bei niederen Säugetieren weichen die unteren Meynertschen Querebenen viel weniger von den entsprechenden Frontalebenen des Grosshirnes ab, da hier die Knickung des Stammes viel geringer ist. — Ferner geben ein Sagittalschnitt des Stammes vom Kaninchenhirn (Fig. 27), sowie ein Querschnitt der Vierhügelgegend beim Hund (Fig. 23) wichtige Orientierungspunkte; endlich zeigen vier weitere Zeichnungen einige spezielle histologische Einzelheiten (Fig. 23, 25, 26, 28).

Das untersuchte Material besteht zunächst aus zwei fortlaufenden Serien von Querschnitten durch menschliche Gehirne, nämlich der ebenerwähnten mit 708 Schnitten, und einer zweiten mit 608 durch einen in

[1]) Man hätte sie auch Stillingsche Querebene nennen können; Stilling geht aber bloss vom Rückenmark bis zum Vierhügel, und das Grosshirn und seine Ganglien kommen bei ihm gar nicht in Betracht.

doppeltchromsaurem Kali ohne Alkohol gehärteten isolierten Hirnstamm senkrecht zur Meynert schen Schnittaxe geführten und von Dr. Bandorf und Dr. Stoewesand angefertigten Schnitten. Dann wurde eine sagittale Schnittreihe durch die Hälfte eines zuerst in Alkohol gehärteten Menschenhirnes, bestehend aus 230 Schnitten, untersucht. Ferner wurden einige sehr schöne Querschnittreihen durch in doppeltchromsaurem Kali ohne Alkohol gehärtete Affen- und Hundegehirne (die eine, schon erwähnte, aus 1117 Schnitten bestehend), dann mehrere Quer-, Sagittal- und Horizontalschnittreihen durch Kaninchengehirne, ausserdem noch Querschnittreihen durch Maulwurfs- und Rattenhirne benützt. Endlich sind vereinzelte, in verschiedenen Richtungen geführte und mit verschiedenen Mitteln gefärbte Schnitte, sowie Zupfpräparate für histologische Einzelheiten in die Untersuchung hineingezogen worden.

Um Verwechslungen zu vermeiden, wollen wir stets bei den Bezeichnungen *oben* und *unten* uns in die mittelst künstlicher Streckung ins Gehirn gerade fortgesetzte Längsaxe (resp. in die fortgesetzten Querebenen) des Rückenmarkes versetzt denken. Folglich werden wir von *oberem* und *unterem* Zweihügel reden, die Nervi optici werden *oberhalb* der Nervi oculomotorii, und nicht vor denselben liegen u. s. f. Statt vorn und hinten wollen wir dann die weniger zu Verwechslungen Anlass gebenden Ausdrücke *ventral* und *dorsal* gebrauchen: das Corpus mammillare wird *ventral*, der *Nucleus caudatus dorsal* (Fig. 14) liegen u. s. f. Ebenso werden wir *medial* und *lateral* statt innen und aussen sagen (Henle); *medial* heisst immer „der sagittalen Mittelebene am nächsten“ und *lateral* umgekehrt. Die Feststellung dieser Ausdrücke ist besonders wegen der Vergleichung des Menschen mit den Säugetieren, deren Körperstellung eine ganz andere ist, sehr wichtig.

Um mir nach unten eine Grenze zu setzen, will ich in der Darstellung von dem in Fig. 1 gezeichneten Querschnitt ausgehen, der also parallel der Frontalebene des Grosshirnes (nicht den Meynertschen Ebenen) ist. Die verschiedenen darin enthaltenen Gebilde sind am Anfang der Tafelerklärung verzeichnet; ich wiederhole sie hier nicht. Wir werden dieselben eins nach dem anderen studieren und zuerst nach oben bis zur oberen Grenze der Haube (Meynert schen Bündel etc.) verfolgen, nachher dann die hinzukommenden neuen Gebilde beschreiben und dabei die sogenannten Vierhügelganglien mit in Betracht ziehen. Ferner werden wir die wichtige Gegend, die ich *Regio subthalamica* nennen will, und die die Fortsetzung der Haube nach oben bis zur Substantia innominata bildet, sowie letztere Substanz genau untersuchen. Endlich sollen einige Berichtigungen in Betreff des Thalamus opticus und kurze allgemeine Bemerkungen den Schluss bilden.

Ich muss noch im voraus kurz auf die wichtigsten makroskopischen Form- und Massenunterschiede des Hirnstammes beim Menschen und beim Kaninchen aufmerksam machen. Die Unterschiede des Hirnstammes des Menschen von dem der Tiere sind grossenteils von Luys (a. a. O.) und von mir[1]) betont und beschrieben worden. Stieda, der die vergleichende Anatomie der Wirbeltiergehirne bearbeitet hat, verkennt in auffallender Weise die morphologische Bedeutung der Teile; Beweise dafür werden wir bringen. Ich setze den Menschenhirnstamm als bekannt voraus und leite den Kaninchenstamm aus ihm ab:

Man denke sich Pes pedunculi und Pons ganz enorm reduziert (ersteren jedoch nicht in der Länge), dagegen Vierhügel (ganz besonders den oberen Zweihügel) und Haube, ausser dem stark reduzierten Bindearm, verhältnismässig stark verbreitert und verlängert; ferner das Pulvinar des Thalamus ganz verschwunden und statt dessen beide Corpora geniculata bedeutend vergrössert und in ganz veränderter Stellung, indem das C. externum, ganz nach oben und dorsalwärts gerückt, die Stelle des Pulvinars eingenommen hat und das C. internum direkt unter das externum zu liegen kommt;[2]) dann die Verbindungskette der Hemisphären des Grosshirnes mit dem Stamm (Fuss des Stabkranzes) hinten bedeutend verkürzt, so dass dieselbe erst weit oberhalb des oberen Zweihügels anfängt; weiter das zentrale Höhlengrau des Aquaeductus Sylvii und des dritten Ventrikels, sowie die Commissura mollis und das Ganglion habenulae mit dem Meynertschen Bündel stark angeschwollen, während Linsenkern und Nucleus caudatus nur in ihrem Kopfteil stark entwickelt, der Thalamus überhaupt verkleinert die scharfe Trennung der Linsenkernabteilungen, der Vormauer, des Nucleus amygdalae (der stark entwickelt ist) verschwommen und diese Gebilde oft schwer zu unterscheiden sind; man denke sich endlich die Corpora mammillaria zu einer medialen Masse mit zwei symmetrischen inneren grauen Kernen verschmolzen, während sich in der Lamina perforata posterior ein mediales mächtiges Ganglion (Ganglion interpedunculare von Gudden) als ventraler Ursprung des Meynertschen Bündels differenziert hat; — und man wird annähernd die Umwandlung des Menschenhirnstammes in den Kaninchenhirnstamm (Nager) vor sich haben. Der Affenstamm ist dem des Menschen, der Hundestamm dem des Kaninchens ähnlich; beide aber bilden grossenteils Uebergangsstufen.

---

[1]) Beiträge zur Kenntnis des Thalamus opticus und der ihn umgebenden Gebilde bei den Säugetieren.

[2]) Diese Verhältnisse habe ich früher (a. a. O.) in allen Einzelheiten aufgeklärt; ich komme hier nicht mehr darauf zurück.

Endlich will ich noch bemerken, dass, als ich vor fünf Jahren unter der Leitung von Professor Meynert meine eben erwähnte Arbeit (a. a. O.) herausgab, ich in manchen Vorurteilen noch befangen war und speziell die meisten Angaben Meynerts als feststehend betrachtete, woraus sich manche Abweichungen von meinen gegenwärtigen Resultaten erklären. Es mag dieser Umstand, sowie der, dass es mein erster Versuch in der Hirnanatomie war, und dass ich mit einem weniger vollständigen Material arbeitete, als Entschuldigung dienen. Dass mir jedoch damals schon an vielen Orten Zweifel vorschwebten, wird jeder sorgfältige Leser sehen.

a) Gebilde der Haubenregion, welche in Fig. 1 enthalten sind, und ihre Fortsetzung nach oben bis etwa zur Gegend des Meynertschen Bündels.

1. **Formatio reticularis der Haube.** Mit M F ist in den Figuren das von Henle[1]) reticuläre Substanz, von Flechsig (a. a. O.) Formatio reticularis (Analogon zur Formatio reticularis der Oblongata), von Meynert (Strickers Hdb. a. a. O.) aber „Motorisches Feld der Haube“ genannte Areal bezeichnet.[2]) Nach Gratiolet (a. a. O.) bestehen die dieses Feld durchziehenden Längsfasern aus der Fortsetzung

---

[1]) Handbuch der Nervenlehre des Menschen. Braunschweig 1871.

[2]) Ich muss hier die Entwicklung einer in der Literatur herrschenden Namen-, beziehungsweise Begriffsverwirrung, in Betreff dieser Formation darlegen. Die Formatio reticularis war zwar von den älteren Autoren gekannt, doch nicht speziell benannt; sogar noch Stilling bezeichnet sie z. B. (Hirnknoten, Seite 66) als „*Substantia cinerea hic illic interposita*“. Lenhossék nun (Denkschriften der K. Akad. der Wissensch. Math. wissensch. Klasse. Band X. Wien 1855) beschrieb als *Processus reticulares* die von Stilling (Ueber die Textur und Funktion der Medulla oblongata. Erlangen 1843) schon ausgezeichnet, aber ohne Benennung beschriebenen eigentümlichen Bälkchen grauer Substanz, welche die Längsfaserbündelchen netzförmig zerklüften und welche an der Oberfläche mit der Pia mater zusammenhängen. Er findet nun, dass solche Processus reticulares im Winkel zwischen Vorder- und Hinterhorn des Rückenmarkes den medialsten Teil des Seitenstranges netzförmig zerklüften (*dritte Säule* von Stilling, *Seitenhorn* von Goll), dass aber von dieser Stelle aus sich diese Processus reticulares in der Gegend der Pyramidenkreuzung bedeutend vermehren, ausbreiten, und, nach oben zu immer mehr um sich greifend, als grossartiges, weit oben bis in die Ponsgegend sich erstreckendes Netzwerk schliesslich fast die ganze Masse der Längsfasern der Oblongata durchflechten, was von Stilling (a. a. O.) schon treffend dargestellt wurde. Deiters (a. a. O., 1865) bezeichnet als „sogenannte *Formatio reticularis*“ — wer diesen Namen zuerst gegeben, sagt er nicht, und sagt kein mir bekannter Autor — nicht die Bälkchen allein wie Lenhossék, sondern die ganze in genannter Weise zerklüftete Gegend, und zwar nicht im eigentlichen Rückenmark, sondern erst vom Uebergang desselben in die Oblongata an; er lässt die Pyramiden in den Zellen dieser Formation endigen, lässt aber trotzdem die Formation sich nach oben weiter erstrecken; und anderseits, soweit aus dem unvollendeten Werk ersichtlich, wendet er den Namen Formatio reticularis der

des Hinterstranges und aus einer Acusticuswurzel; nach Stilling[1]) sind die medialen derselben Fortsetzung eines Teiles (mittlere Abt.) des Vorderstranges; die lateralen eines Teiles (hintere Abt.) des Seitenstranges; nach Deiters (a. a. O.) sind sie die mittelbare, d. h. durch Zellen unterbrochene Fortsetzung der Längsfasern der Rückenmarksstränge; nach Meynert sind sie die Fortsetzung eines Teiles der Vorderseitenstrangfasern hinauf bis zum Thalamus opticus. Die Form. reticularis wird in Fig. 1 von der Raphe, vom hinteren Längsbündel, vom Bindearm, von der Schleifenschicht, von der unteren Schleife und von Bogenfasern des Corpus trapezoides begrenzt. Nach Flechsigs Anschauung (a. a. O. Seite 361 und 362) sollen die Fasern der Formatio reticularis der Oblongata aus folgenden Kategorien bestehen, die wohl für den unteren Teil der Formatio reticularis der Haube grossenteils auch gelten dürften:

1. Durchpassierende Fasersysteme, welche Rückenmark mit Grosshirn verbinden: Fasern aus dem Thalamus opticus in das Rückenmark?

2. Fasermassen, welche mit spezifischen Apparaten der Oblongata, nämlich mit den Ganglienzellen- oder Zellengruppen der Form. reticularis in unmittelbare Verbindung treten. Dieselben gelangen hieher:

a) von grauen Massen niederer Ordnung:

α) auf dem Weg der Rückenmarksstränge (abgesehen von Pyramiden und direkten Kleinhirnbahnen des Rückenmarkes),

β) aus Nervenkernen der Oblongata,

γ) aus Kernen der Keilstränge?

Hauptsache nach nur für die Verlängerung der Seiten- und Hinterstränge im unteren Teil der Oblongata an. Wenn er von höhergelegenen Gegenden (IV. Ventrikel, *Pons*, *Haube*) spricht, sagt er nichts mehr von der Formatio reticularis. Es ist demnach unmöglich, der Deitersschen Formatio reticularis eine obere Grenze zu geben. Kölliker (Gewebelehre 1867) fasst die Formatio reticularis nach Deiters auf, lässt dieselbe jedoch sich bis aufs Rückenmark erstrecken (da, wo die Processus reticularis von Lenhossék sind). Meynert (Stricker, Seite 805) nennt nun Formatio reticularis „nach Deiters" nur die genetzte Region der Seitenstränge in der Gegend der Pyramidenkreuzung, nennt dafür die obere Fortsetzung bis zum Thalamus: *motorisches Feld*. Endlich kommen Henle (a. a. O.) und Flechsig (a. a. O.), welche, ohne auf ihre unrichtige Auffassung der früheren Autoren aufmerksam zu machen, als *Processus reticulares Lenhossék* lediglich den Rückenmarkteil der Netzformation, als *Formatio reticularis* (Flechsig), *reticuläre Substanz* (Henle) dagegen bloss den oberen Teil derselben in der Oblongata und in der Haube bezeichnen. Um in diese Konfusion Klarheit zu bringen und zugleich dem Sinne der ersten Beschreiber treu zu bleiben, schlage ich vor, als *Formatio reticularis im Sinne von Deiters* (aber erweitert) alle genetzten Gegenden im Rückenmark, in der Oblongata und in der Haube, dagegen als *Processus reticulares Lenhossék* nur die netzförmigen Bälkchen der grauen Substanz in denselben Gegenden zu bezeichnen. Es ist dies schon deshalb angezeigt, weil keine scharfe Grenze zwischen dieser Formation im Rückenmark und derselben in der Oblongata vorhanden ist.

[1]) Ueber den Bau des Hirnknotens oder der Varolischen Brücke. Jena 1846.

b) von grauen Massen höherer Ordnung:
α) aus dem Kleinhirn,
β) aus dem Thalamus opticus.

Dagegen treten nach Flechsig vielleicht noch Fasern aus dem unteren Zweihügel (untere Schleife) und solche aus dem Pes pedunculi durch das Stilling sche Bündel vom Pes zur Haube[1]) in die Formatio reticularis ein. — Jedoch gibt die Entwicklung des Nervenmarkes bei den Fasern dieser Formation nach den Ergebnissen Flechsigs selbst keinen genügenden Anhaltspunkt, um den Faserverlauf zu erschliessen; teilweise markhaltig werden die betr. Fasern erst beim etwa 35 cm langen Fötus, die des Vorderstranges beim 32 cm langen Fötus. Nach Meynert (Stricker) stammen die Längsfasern der Formatio reticularis der Haube von oben her, hauptsächlich ungekreuzt, aus den lateralen Teilen des Thalamus opticus, ferner gekreuzt, mittelbar durch die hintere Kommissur, aus den medialen Teilen des Thalamus und aus der Zirbel, dann aus dem Meynert schen Bündel (Haubenbündel des Ganglion habenulae von Meynert) und endlich aus dem Corpus mammillare.[2]) Bekannt und übereinstimmend angegeben ist, dass die Formatio reticularis der Haube, welche die direkte Fortsetzung derjenigen der Oblongata bildet, feine sagittal verlaufende Markfasern enthält, die von reichlich eingelagerter grauer Substanz wieder in sehr lockere Bündelchen völlig zersprengt sind. Die graue Substanz besteht aus multipolaren fortsatzreichen Ganglienzellen aller Kaliber, aus Körnern, aus Bindegewebselementen und aus schwammig-körniger Zwischensubstanz (wie sie Deiters nennt). Da die Angabe von Meynert, dass die Längsfasern der Formatio reticularis motorisch seien, nichts weniger als erwiesen ist, wird man am besten den Namen *Motorisches Feld* fallen lassen.

Will man aufrichtig sein, so muss man gestehen, dass über Ursprung und Ende dieser Faserung soviel wie nichts bekannt ist, und dass unsere Hilfsmittel ganz unzureichend sind, um darüber Klarheit zu verschaffen. Die allgemeine Richtung der Faserzüge wird am besten an Sagittalschnittreihen von Nagern studiert, gibt jedoch keinen sicheren Aufschluss über den tatsächlichen Verlauf der einzelnen Fasern, um so weniger, da die direkte Verbindung derselben mit Zellen an Schnitten nur selten und zufällig auf meist kurze Strecken sichtbar wird. — Als sicher feststehend kann ich nur folgendes angeben:

Schon im oberen Teil der Oblongata, noch mehr aber in der Haube, werden die Längsfasern der Formatio reticularis immer feiner, während

---

[1]) Stilling (a. a. O.). Tafel XIII und XIV e c.

[2]) Ueber diese beiden Angaben Meynerts später das Nähere.

die Bälkchen grauer Substanz (Processus reticulares Lenhossék) immer reichlicher, breiter, aber zugleich diffuser werden.

Die Richtung der Längsfasern der Formatio reticularis in der Haube ist im allgemeinen bis zur Höhe des Roten Kernes und des Meynertschen Bündels eine sagittale, jedoch hängen die Bündel meist spitzwinklig, geflechtartig zusammen, wie Henle (a. a. O.) richtig bemerkt, und wie in Fig. 27 sichtbar ist; sie scheinen der Hauptsache nach aus dem Vorderstrang und aus dem Seitenstrang herauszugehen, indem diese Stränge nach und nach aufwärts durch Einlagerung grauer Substanz zerklüftet werden. Ob dieses Täuschung oder Wirklichkeit ist, ob genannte Längsfasern eine unmittelbare oder eine mittelbare Fortsetzung von Vorder- und Seitenstrangfasern sind, ob sie nur den Vorder- und Seitenstrangfasern analoge oder gleichwertige Fasern sind, lässt sich nicht nachweisen. Unter den feineren Fasern findet man vereinzelte breitere, sogar ziemlich breite, über deren Bedeutung ich jedoch nichts sagen kann. Dorsal und medial gehen die Längsfasern der Formatio reticularis unmerklich über in die Fasern des hinteren Längsbündels, ventral und lateral sind sie nicht überall von der Schleifenschicht und von der unteren Schleife scharf geschieden; erstere soll sogar nach Meynert aus ihnen Zuzug erhalten, eine Behauptung, die aus der Zunahme der Schleifenschicht nach unten erschlossen wurde. Die Formatio reticularis wird bekanntlich vom Bindearm durchbrochen; der Bindearm zerklüftet sich aber selbst bei seiner Kreuzung. Dadurch entsteht ein furchtbares Fasergewirr, in welchem sowohl eine Verfolgung der einzelnen Fasern als eine sichere Erkenntnis ihrer Zusammengehörigkeit unmöglich wird. Dazu kommen später zu erörternde, in der Raphe sich kreuzende Bogenfasern aus verschiedenen Gegenden und schliesslich die Fasern der hinteren Kommissur, welche, sämtlich die Formatio reticularis quer durchsetzend, ihr das genetzte Aussehen geben. Mit allen diesen Fasern können mittelbare oder unmittelbare[1]) Verbindungen der Längsfasern stattfinden, ohne dass man solche weder sicher nachweisen, noch verneinen kann. Durch die Stellungsveränderung des Bindearmes werden weiter oben die meisten Längsfasern der Form. retic. beim Menschen (Fig. 2) mehr dorsal- und lateralwärts geschoben. Beim Hund und beim Kaninchen, wo der Bindearm viel schwächer ist, ist dieses weniger der Fall, und bei diesen Tieren kann man sich auch am besten überzeugen, dass beide Gebilde einander grossenteils durchsetzen. Trotz alledem ist, wie gesagt, bis zur Gegend des Roten Kernes

---

[1]) Erstere durch Einschaltung von einer Zelle (mittelst Nervenfortsätzen derselben?) oder von Fibrillennetzen und Zellen (Teilung der Fasern und der Zellenfortsätze), letztere einfach durch Umbiegung einer Bogenfaser nach oben oder nach unten.

und des Meynertschen Bündels die allgemeine sagittale Richtung der Längsfasern der Form. retic. ziemlich gut zu erkennen. Hier aber verändert sich das Bild völlig, obwohl nur allmählich und in höchst schwer erklärlicher Weise. Beim Menschen wird die Haube durch die aus dem Roten Kern schief lateral- und dorsalwärts ziehende Fasermasse (BA Th in den Fig.) wieder so verfilzt (Fig. 5—10), dass man den Faden ganz verliert, und erst oberhalb des Roten Kernes sieht man, dass sich ein diffus begrenztes, ovales Feld gebildet hat (Fig. 11, H), das, aus den allerfeinsten Markfasern, untermischt mit grauer Substanz, bestehend, jetzt dorsal vom Thalamus opticus begrenzt wird, und lateral mit einer in der Säugetierreihe höchst konstanten Marklamelle, die ich früher (a. a. O.) Lamina medullaris externa genannt habe, zusammenhängt. Dieses Feld H ist wohl zu beachten, denn es gibt kaum eine Gegend, die so abenteuerlich beschrieben worden ist als gerade diese. Im Kaninchenhirn, wo der kleine Bindearm weit weniger stört, sieht man (Fig. 27), dass die Längsfasern der Form. retic., allerdings in sehr stark verminderter Zahl, oberhalb des Roten Kernes und der Oculomotoriuswurzel, ventralwärts abbiegen, und, das hier mächtige Meynertsche Bündel durchbrechend, zwischen Corpus mammillare und Thalamus zu der dem eben besprochenen Felde H des Menschen entsprechenden, mit der Lamina medullaris externa zusammenhängenden Stelle gelangen. Dieses Verhältnis ist in meiner früheren Arbeit (a. a. O. Fig. 4) abgebildet und auch beschrieben, nur wird das betr. Feld H als „unterer horizontaler Teil der Lamina medullaris externa“ bezeichnet. Dass die gewaltige Zahlabnahme der Längsfasern der Formatio reticularis oberhalb des Roten Kernes durch den direkten sagittalen Uebergang eines Teiles derselben (Haubenfaszikeln, siehe unten) in die Thalamussubstanz zum Teil bedingt sein mag, hat vieles für sich; doch wird hier alles so diffus, die Fasern werden so fein und so zersprengt, dass von einem Beweis keine Rede sein kann. — Nach Meynert sollen sie in die von ihm sogenannten Laminae medullares des Thalamus (Fig. 8, LMI, LMM, Fig. 6, Fig. 7 übergehen;[1]) es ist dieses nicht ganz unmöglich, doch durchaus nicht nachweisbar, und sogar aus vielen Gründen wenigstens für den grössten Teil dieser Fasern unwahrscheinlich. Ich mache darauf aufmerksam, dass die Zahl der Längsfasern der Formatio reticularis durchaus nicht mit der Mächtigkeit des Thalamus Schritt hält,[2]) so dass z. B. bei den Nagern, wo erstere sehr zahlreich sind, letzterer sehr

[1]) Früher (a. a. O.) habe ich diese Ansicht Meynerts als beim Menschen bewiesen angenommen.

[2]) Dagegen ist die Mächtigkeit des Thalamus zweifellos von derjenigen der Grosshirnhemisphären abhängig. Das Fehlen des Pulvinar bei den niederen Säugetieren, wo das Hinterhauptshirn ganz verkürzt und verkleinert ist, ist auch ein Beweis dafür.

klein ist, und umgekehrt beim Menschen. Bedenkt man ausserdem, dass nirgends eine ganz deutliche, zweifellose Einstrahlung dieser Fasern in den Thalamus sichtbar ist, so wird es sehr wahrscheinlich, dass wenigstens eine grosse Zahl von ihnen in der Haube selbst endigen. — Die Ebene der Fig. 11 bietet nun ein ganz verändertes Bild; die Haube des Hirnschenkels ist durch die bescheidenere, ventral vom Thalamus liegende Regio subthalamica ersetzt worden, und eine weitere Verfolgung auch nur eines Teiles der Längsfasern der Formatio reticularis bleibt nunmehr den Hypothesen überlassen. Ueber weitere Angaben Meynerts, sowie über das Schicksal des Feldes H, später mehr.

Ich muss hier noch eine differenzierte Abteilung der Längsfasern der Formatio reticularis erwähnen, die bei schönen Querschnittreihen des Hundehirnes mir besonders auffiel. Sie besteht beim Hund aus schönen rundlichen, kompakten, kleinen Faserbündeln, beiläufig 20—40 auf jeder Seite (dazu noch mehrere kleinere weniger deutliche). Diese Bündel, welche sich von unten her erst in den untersten Querschnittebenen des oberen Zweihügels von der übrigen Formatio reticularis zu differenzieren anfangen, und welche daselbst lateral vom hinteren Längsbündel zwischen ihm und dem Arm des unteren Zweihügels, aber näher an ihm, in einer Gruppe liegen, sind aus ziemlich starken Markfasern zusammengesetzt. Durch ihr kompaktes, unvermischtes, markweisses Aussehen fallen sie auf und unterscheiden sich von den übrigen Längsbündeln der Formatio reticularis. Nach oben zu lässt sich diese Bündelgruppe leicht verfolgen; die Faszikeln werden immer runder und entfernen sich immer mehr voneinander (Fig. 23, H. Faszikel). In den oberen Querschnittebenen des Roten Kernes werden sie von der dorsal- und lateralwärts ausstrahlenden und sich zerstreuenden Hauptabteilung der Schleifenschicht (siehe unten) durchflochten, ebenso von diffusen Querfaserzügen, die von der Gegend des Corpus geniculatum internum zur Gegend der hinteren Kommissur oder des Ganglion habenulae ziehen. Oberhalb dieser Durchflechtung lassen sich die weit auseinander gedrängten, an Zahl und Umfang verringerten runden Querschnittchen noch eine Strecke weit in der Mitte zwischen Meynertschem Bündel und Corpus geniculatum externum verfolgen, bis sie sich, wie es den Anschein hat, in den ventralsten unteren Teilen des Thalamus opticus ganz verlieren. Wie viele Fasern aus ihnen aber unterwegs anderswo endigen oder in eine andere Richtung umbiegen, ist nicht zu eruieren. Die eben beschriebenen Bündel des Hundes, die auch beim Kaninchen sichtbar sind, und derjenigen Abteilung der Formatio reticularis des Menschen entsprechen mögen, die in Fig. 2 mit MF bezeichnet ist, wollen wir „Haubenfaszikeln" (Fasciculi tegmenti) nennen.

Meynert[1]) findet, dass in der Säugetierreihe die lateralen Teile der Formatio reticularis in ihrer Grösse der Grösse der vorderen Extremitäten, die medialen Teile der Grösse der hinteren Extremitäten entsprechen, indem beim Maulwurf die Haube breit und niedrig, beim Känguruh dieselbe eng und hoch ist. Ob dieser Schluss berechtigt ist, ist noch sehr fraglich, da doch die betreffenden Tiere zoologisch sehr weit auseinanderstehen, und somit der Unterschied ein rein zoologischer sein kann.

2. **Hinteres Längsbündel.** Von der Formatio reticularis nur halbwegs trennbar ist das in den Figuren mit HL bezeichnete hintere Längsbündel von Meynert; es wird von Henle (a. a. O. Seite 238) oberer weisser Saum der retikulären Substanz, von Stilling (a. a. O.) hintere Abteilung des nach oben fortgesetzten Vorderstranges genannt, von Deiters (a. a. O. Seite 197) wahrscheinlich, wie leider nur aus fragmentarischen Andeutungen des unvollendeten Werkes zu schliessen ist, als Aequivalent des Vorder- und Seitenstranges für den Nervus oculomotorius (centripetale Fasern desselben) angesehen, von Gratiolet (a. a. O.) ähnlich wie von Stilling gedeutet, von Stieda (Wirbelt.) oberes Längsbündel genannt. Luys (Ikonographie, Tafel XLVII, Fig. 2) bezeichnet es als „*Fibres spinales des régions postérieures*", deren Ursprung und Ende unbestimmt sind. Stilling lässt seine Fasern oberhalb des Roten Kernes ventralwärts pinselförmig ausstrahlen und von da ins Grosshirn gehen. Meynert nannte damals[2]) das HL Acusticusstrang, liess es von unten vollständig aus den Ursprungsmassen des nervus acusticus umbeugend herauskommen, und weiter oben die innere absteigende Trigeminuswurzel in dasselbe übergehen. Dann liess er das so verstärkte Bündel oberhalb des Roten Kernes der Haube ventralwärts aufsteigen, dann lateralwärts seine Quintusfasern zur inneren Kapsel resp. zum Hemisphärenmark abgehen, hernach dorsal vom Tractus opticus verlaufen, das 2. Stratum der Substantia innominata bilden, dort zu einem Ganglion, Ganglion der Hirnschenkelschlinge, anschwellen, nach Unterbrechung durch die Zellen desselben die äussere Kapsel durchlaufen und in der Rinde des Operculums und der anderen Wände der Sylvischen Grube endigen. Später (Strickers Handbuch) zog Meynert die unteren Verbindungen mit Acusticus und Quintus zurück, indem er sich an ausnehmend gelungenen Präparaten überzeugte,

---

[1]) Studien über die Bestandteile des Vierhügels etc. in Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Vol. XVII. Heft 4.

[2]) Ein Fall von Sprachstörung anatomisch begründet: Medizinische Jahrbücher. Wien 1866. und: Beiträge zur Kenntnis der zentralen Projektion der Sinnesoberflächen: Sitzungsbericht der k. Akademie der Wissenschaften. Wien 1869.

dass dort nur Durchflechtung, nicht Verbindung von Fasern stattfindet; er hält dagegen am ganzen übrigen Verlauf fest und gibt sogar an, dass noch einige Fasern aus dem Trichter sich dem HL hinzugesellen. Nach unten zu lässt er das HL einfach in den dorsalen Teil des Vorderstranges übergehen. Ich selbst konnte schon damals (a. a. O. Seite 16) das HL bei Säugetieren nach oben zu nicht über die Vierhügelregion hinaus verfolgen. Huguenin (a. a. O. Seite 122) äussert allgemein leise Zweifel über den Gehirnursprung des HL. Flechsig (a. a. O.) findet, dass das HL sehr früh, schon beim etwa 30 cm langen Fötus, markig weiss wird, zugleich mit dem Vorderstrang im Halsmark,[1]) dass man dasselbe aber in dieser Weise nach oben nicht weiter als höchstens bis zur hinteren Kommissur verfolgen kann. Er bezweifelt daher den von Meynert angegebenen höheren Verlauf und meint, eine erneuerte Prüfung desselben sei sehr wünschenswert. Flechsig sieht die Fasern des HL als Fortsetzung beziehungsweise Aequivalente seiner Vorderstranggrundbündel an, d. h. er hält sie für Verbindungsfasern zwischen Nervenkernen oder für Fasern aus peripheren Nerven.

Durch das Studium des erwähnten Materials bin ich zu folgenden Ansichten gekommen. Das hintere Längsbündel entwickelt sich nach oben zu allmählich anscheinend aus dem Vorderstrang, weniger oder nicht aus dem Seitenstrang des Rückenmarkes, indem bestimmte Längsfasergruppen desselben, breit und stark markhaltig bleibend, sich nach und nach im dorsalsten Teil der Formatio reticularis neben der Raphe sammeln und sondern, während die anderen Längsbündel des Vorderstranges, sowie der Seitenstrang verschwinden, beziehungsweise durch die Längsfasern der Formatio reticularis ersetzt oder fortgesetzt werden. In der Gegend des Acusticuskernes und der inneren absteigenden Quintuswurzel sieht man einige Wurzelfasern dieser Nerven oder Fasern aus ihren Kernen quer durch oder in das HL verlaufen, doch sind diese Bilder derart, dass man nur die gar nicht abzuweisende Wahrscheinlichkeit der Umbiegung einzelner solcher Fasern in das HL festhalten kann, dass aber an einer Umbiegung auch nur eines bedeutenden Teiles des HL, geschweige des ganzen gar nicht zu denken ist. Von letzterem kann man sich leicht an jeder Schnittreihe einer jeden Säugetierart überzeugen; ausnehmend gute Präparate sind dazu nicht nötig.

Von unserem Querschnitt, Fig. 1, an bis zum Oculomotoriuskern verläuft[2]) das mehr oder weniger dreikantige, übrigens seine Form in

[1]) Die Seitenstranggrundbündel Flechsigs werden erst etwas später markhaltig.

[2]) Dass damit nicht eine Kontinuität der einzelnen Fasern gemeint ist, ist wohl selbstverständlich. Es ist vielmehr anzunehmen, dass hier ein ähnliches Verhalten wie nach Flechsig u. a. im Vorderstrang des Rückenmarkes vorliegt, dass nämlich ganz allmählich die Fasern seitwärts abgehen und von anderen ersetzt werden, so dass die

den verschiedenen Querabschnitten nicht unwesentlich ändernde, paarige HL (Fig. 1, 2, 3 HL), makroskopisch betrachtet, ziemlich deutlich umgrenzt, an der bekannten Stelle ventral vom Aquaeductus, auf beiden Seiten der Raphe. Eine Strecke weit (Fig. 2, 3) findet an der Mittellinie eine schon von Stilling (a. a. O. Tafel X) sehr schön abgebildete Anastomose der medialsten ventralen Bündel beider HL statt. Zwischen diesen Bündeln hindurch streichen einzelne, der Raphe parallele und ihr zugehörige Fasern (vgl. Henle a. a. O. Seite 238). Betrachtet man das HL bei stärkeren Vergrösserungen, so sieht man erstens, dass seine Fasern von den verschiedensten Kalibern sind, und dass unter denselben besonders die breiteren, stark markhaltigen und den breiten Rückenmarksfasern gleich sehenden sich besonders von den fast immer feineren Längsfasern der Formatio reticularis unterscheiden; zweitens, dass die scheinbar scharfe Grenze des Bündels fast nur dadurch zustande kommt, dass keine graue Substanz zwischen seinen einzelnen Fasern, höchstens einzelne Balken zwischen den Faserbündeln, sich befindet. Besonders lateral und zugleich etwas dorsal, da, wo es vom zentralen Höhlengrau des Aquaeductus begrenzt wird, geht das HL ganz unmerklich in das an diesen Stellen dichtere Mark der Formatio reticularis über. An Sagittalschnitten des Kaninchens überzeugt man sich leicht, dass manche seiner Fasern in die Formatio reticularis eintreten und umgekehrt. In der Gegend des Oculomotoriuskernes wird es durch die ventralwärts strebenden Wurzelfasern dieses Nerven in mehrere Bündelchen zerklüftet. Dass es an dieser Stelle Fasern zum Oculomotoriuskern, zum Nerv oder zur Raphe abgibt, ist höchst wahrscheinlich, doch kaum direkt nachweisbar. Oberhalb des Kernes angelangt, hat das HL seine scharfe Begrenzung und eine sehr grosse Zahl seiner breiten Markfasern eingebüsst. Bis zur hinteren Kommissur kann man jedoch an Sagittalschnitten der Nager sicher noch aus ihm jeden einzelnen Axenzylinder einer Anzahl breiterer Markfasern sowie eine grössere Zahl feinerer Fasern verfolgen. Letztere lassen sich sogar weiter nach oben, ventralwärts umbiegend, aber von der fortgesetzten Längsfaserung der Formatio reticularis nicht mehr unterscheidbar und mit ihr das Meynertsche Bündel durchkreuzend, verfolgen. Oberhalb der Commissura posterior sind keine breite Markfasern mehr vorhanden; die einzelnen feinen eben erwähnten Fasern sind durch graue Substanz ganz zersprengt, und erreichen vielleicht zum Teil das schon erwähnte Feld H (Fig. 11). Das allmähliche Aufhören des kompakten markweissen Aussehens des HL,

---

obersten Fasern nur noch den unteren homolog, nicht ihre Fortsetzung sind. Es lassen sich jedoch oft an Sagittalschnitten einzelne Fasern eine lange Strecke durch in Kontinuität im HL verfolgen.

vom Oculomotoriuskern bis zur Commissura posterior, lässt sich ganz gut an erwachsenen Hirnen des Menschen, des Hundes und (besonders schön) des Kaninchens beobachten; es bedarf dazu keineswegs der Flechsigschen Methode der Untersuchung an Embryonen. Wie aber diese breiten Markfasern aufhören, ob durch Verbindung mit Zellen, durch allmähliche Verschmälerung,[1]) durch Teilung oder durch Uebergang in die Raphe, ist mir trotz allem Suchen herauszubringen nicht möglich gewesen. Ueber den angeblich gesonderten weiteren Verlauf zum Grosshirn später das Nähere; es sei nur gleich bemerkt, dass ein solcher höchstens durch das Feld H denkbar wäre. Eine nicht unwichtige Tatsache muss ich noch anführen, nämlich dass beim Maulwurf das HL, beziehungsweise dessen breite Markfasern, sehr klein ist, und wegen des Mangels der Oculomotorius- und Trochleariskerne nicht dreieckig, sondern linienförmig, der Raphe parallel gestellt, im Querschnitt erscheint, während es beim Kaninchen stark entwickelt ist. Nun sind aber Opticus und Augenmuskelnerven beim Maulwurf nahezu atrophisch. Dieses, sowie die ganze dargestellte Beschaffenheit und der Verlauf des hinteren Längsbündels bewegen mich, der Ansicht Deiters' oder der zum Teil ähnlichen Ansicht Flechsigs über seine morphologische und physiologische Bedeutung beizutreten. Selbstverständlich halte ich aber diese Ansichten nur noch für wahrscheinliche Hypothesen. Ich möchte hierzu bemerken, dass möglicherweise alle Faserqualitäten der Rückenmarksstränge in dem HL und in den Längsfasern der Formatio reticularis vertreten sind und zu den Kernen aller oberen Hirnnerven (auch der sensibeln) dieselben Beziehungen haben, wie die Mantelfasern des Rückenmarkes zu dessen grauen Kern, ferner aber auch, dass wahrscheinlich die feineren Fasern des HL gleichwertig mit einem Teil der feineren Längsfasern der Formatio reticularis sind, und ebenso die breiten. Das HL ist bei allen sonst noch untersuchten

[1]) Es setzt zwar Deiters (a. a. O.) in seiner Darstellung voraus, dass eine Nervenfaser ihr Kaliber so lange nicht ändert, bis sie durch Zellen unterbrochen wird. So sehr auch diese Annahme manches für sich in Anspruch nehmen kann, so halte ich es doch für sehr bedenklich, dieselbe zur Grundlage für weitere Schlussfolgerungen zu nehmen. Es lässt sich oft genug die Ab- oder Zunahme des Kalibers des Axenzylinders sowohl als der Markscheide einer Faser an ihrem Verlauf in einem und demselben Schnitt nachweisen. Wir besitzen noch ein besseres Beispiel in den beiden bekannten Riesenlängsfasern (Mauthnerschen Fasern Stiedas) des Fischrückenmarkes, welche, wie Stieda (Knochenfische, Seite 36) nachgewiesen hat, allmählich ohne Teilung von oben nach unten abnehmen, so dass, während sie in der Oblongata den Durchmesser der dicksten anderen Fasern fast um das Dreifache übertreffen, sie im Schwanzteil des Rückenmarkes von den anderen Fasern nicht mehr zu unterscheiden sind. Auffallend ist es, dass gerade Deiters (a. a. O.) zuerst die Kreuzung dieser Fasern in der Oblongata nachgewiesen hat, eine Entdeckung, deren Priorität sich also Stieda (a. a. O.) irrigerweise zuschreibt.

Tieren gleichwie beim Menschen beschaffen und verläuft gleich. Seine Mächtigkeit allein wechselt etwas.

3. **Bindearm und Roter Kern der Haube.** Der paarige Bindearm, BA in den Figuren, von Burdach (a. a. O.) zuerst so genannt, Processus e testibus in cerebelli meditullia protensi Willis (nach Burdach), Vierhügelschenkel Henle (a. a. O.), commissura cerebelli cum cerebro Arnold,[1] processus cerebelli ad cerebrum Gratiolet (a. a. O.), pédoncules cérébelleux supérieurs Cruveilhier (nach Luys), kommt in seinem Verlauf vom Nucleus dentatus cerebelli aus auf beiden Seiten unter das obere Marksegel zu liegen (Fig. 1, BA). Er bildet dort ein kompaktes, ganz scharf begrenztes halbmondförmiges Bündel, geht dann auf-, medial- und ventralwärts zur Raphe, wo seine ventralsten Fasern sich (in den Meynertschen Ebenen) zuerst, dann nach und nach auch die anderen kreuzen. Bis zu diesem Punkt seines Verlaufes stimmen alle Autoren überein; anders ist es aber oben. Nach Kölliker[2]) gehen die Bindearme nicht in die Hemisphären. Ihre Kreuzung ist nach Arnold[3]) eine partielle, nach Stilling (a. a. O.), Luys (a. a. O.) und Meynert (a. a. O.) eine totale. Nach Arnold, Stilling, Meynert und Gratiolet (a. a. O.) gehen die Bindearme dann durch den Roten Kern, mit oder ohne Unterbrechung durch Zellen, in die Grosshirnhemisphären. Nach Luys verbinden sich die Bindearmfasern indirekt, teils durch den Roten Kern, teils durch den Luysschen Körper (siehe weiter unten und Fig. 12 Sp.) auf die komplizierteste Weise mit dem Linsenkern, und indirekt wieder durch diesen mit den Grosshirnhemisphären. Nach Henle gehen sie in den Roten Kern, wo sie teilweise endigen mögen, jedoch der Hauptsache nach verlaufen sie durch denselben lateral- und dorsalwärts sich in den Thalamus wendend. Durch die gleichzeitige Entwicklung des Markes beim Fötus wäre der Bindearm nach Flechsig durch den Roten Kern bis zur inneren Kapsel etwa am unteren Drittel des Thalamus zu verfolgen. Auffallend ist in den Flechsigschen Ergebnissen, dass schon beim 42 cm langen Fötus das Verlaufsstück vom Nucleus dentatus bis zur Kreuzungsstelle markhaltig wird, während der Teil von da zur inneren Kapsel erst beim 46 cm langen Fötus markhaltig wird, ein Beweis unter manchen anderen, dass man es mit Flechsigs Methode nicht allzu genau nehmen muss.

Die vergleichend anatomische Untersuchung des Bindearmes und des Roten Kernes gibt sehr wichtige Anhaltspunkte. Vor allem sei

---

[1]) Icones cerebri et medullae spinalis fasc. I tabularum anat. Turici (Zürich) 1838. fol.

[2]) Handbuch der Gewebelehre des Menschen. V. Auflage. Leipzig 1867.

[3]) Handbuch der Anatomie des Menschen. Freiburg im Breisgau 1851. Band II. Abteilung 5.

es bemerkt, dass beide beim Menschen im Verhältnis zur übrigen Haube und zum Vierhügel eine kolossale Entwicklung zeigen. Daher werden sie hier am besten studiert, daher aber auch verschieben oder verdecken sie hier andere Gebilde dermassen, dass letztere sehr leicht übersehen werden und infolgedessen bei niederen Säugern viel deutlicher zu unterscheiden und bequemer zu untersuchen sind; solche Gebilde sind, ausser der Formatio reticularis und dem hinteren Längsbündel, das Meynertsche Bündel und die Bogenfasern (Kreuzungen) der Haube. Diese verhältnismässig so starke Entwicklung des Bindearmes beim Menschen spricht zwar für die Deutung desselben als Verbindung des Kleinhirnes mit dem Grosshirn; sie könnte jedoch ebensogut allein von der ausnehmend starken Entwicklung des Kleinhirnes und des Nucleus dentatus einerseits, des Roten Kernes und des Thalamus anderseits abhängen. Beim Menschen wie bei anderen Säugern sind die Bindearmfasern von mittlerem Kaliber und alle ziemlich gleich stark.

Versuchen wir zuerst die Bindearme beim Menschen zu verfolgen, so sehen wir dieselben in der oben angedeuteten, von Stilling und Meynert trefflich beschriebenen Weise in den Meynertschen Querebenen zuerst nur mit ihren ventralsten Bündeln, dann in ihrer ganzen Breite sich kreuzen. In den Querebenen des Grosshirnes fangen jedoch die Bindearme unten in ihrer ganzen Breite zu gleicher Zeit an, sich zu kreuzen. Schon etwas vorher, dann während und nach der Kreuzung bis zum Roten Kern ist die Bindearmfaserung, wie Meynert es fand, von zerstreuten, fortsatzreichen, an die Gefässe gern mit ihren Fortsätzen angeschmiegten Nervenzellen untermischt. Ob die Kreuzung eine totale oder eine partielle ist, ist unmöglich direkt nachzuweisen; für ersteres spricht jedoch die grosse Breite der Kreuzungsstelle, in der Raphe gemessen, welche viel eher der medialen Breite vom Durchschnitt des total sich kreuzenden Kaninchenchiasmas als der des partiell sich kreuzenden Hund- oder Menschenchiasmas[1]) ähnlich sieht (Fig. 2, BA). Schon im Querschnitt der Fig. 4 sind die gekreuzten Bündel spärlicher, und es bilden sich wieder seitlich von der Mittellinie zwei, diesmal mehr elliptische Querschnitte. Nun, sollte man meinen, werden die Faserkreuzungen aufhören. Statt dessen sehen wir in Fig. 5, VH Kr und sogar noch weiter oben in Fig. 6, dass fortdauernde Kreuzungen in der Raphe, scheinbar aus den ventralsten Bündeln des Bindearmes, stattfinden. Auf diesen Punkt hat meines Wissens niemand bis jetzt aufmerksam gemacht, obwohl es selbst in den Meynertschen Querschnittebenen sichtbar ist, wo doch die ventralen Bündel der Binde-

[1]) Vergl. Gudden: Ueber die Kreuzung der Fasern im Chiasma nervorum opticorum; Graefes Archiv für Ophthalmologie. Band XX. Abteilung 2. Seite 278.

arme sich ja nach unten zuerst kreuzen. Beim Menschen lässt sich der Grund dieser Tatsache nicht finden, wohl aber bei anderen Säugetieren, wo sie viel auffallender ist (Fig. 23, V H Kr); die obersten dieser ventralen Kreuzungen gehören nämlich nicht zum Bindearm, was allerdings beim Menschen sich nur vermuten, nicht nachweisen lässt; das Nähere darüber folgt später. Es kommen ausserdem mehr dorsale Raphekreuzungen vor, die Meynert schon beschrieben hat (Fig. 23, F H Kr). Kaum ist die eigentliche Bindearmkreuzung nach oben zu vollendet, so erscheint auf jeder Seite in unseren Querschnittebenen zuerst am lateral dorsalen Winkel des nun wieder gebildeten, dieses Mal elliptischen Bindearmquerschnittes ein anfangs kleiner, runder, scharf begrenzter Kern grauer Substanz, der bald zu einer bedeutenden Grösse anschwillt (RK, Fig. 4 bis 10); es ist der Rote Kern der Haube von Burdach, von ihm[1]) (a. a. O. Band II, Seite 104) und von Stilling (Hirnknoten, Seite 144) makroskopisch ausgezeichnet beschrieben, auch von den anderen Autoren so genannt und nur von Luys (a. a. O.) „Olive supérieure“ betitelt. Die scharfe Begrenzung des menschlichen RK kommt, sowie seine graurötliche Farbe, von seiner gefäss- und neurogliareichen Textur. Seine Nervenzellen sind, wie Meynert angibt, eckig, fortsatzreich, und ihre Fortsätze schmiegen sich den Gefässen auffallend an. Das RK ist im ganzen oval, in sagittaler Richtung länglich, im Querschnitt mehr rundlich, doch lateral etwas zugespitzt. Ausser Luys (Ikonographie, Seite 35) nehmen alle Autoren,[2]) soweit mir bekannt, an, dass sämtliche Bindearmfasern in den RK eintreten. Bemerken wir gleich, dass, wegen seiner Durchflechtung mit Fasern der Formatio reticularis, der übrigens nicht mehr so scharf als unterhalb der Kreuzung begrenzte Querschnitt des nach oben gekreuzten Bindearmes möglicherweise schon zum Teil andere Fasern als Bindearmfasern enthält; dieser fremde Anteil, wenn vorhanden, ist aber beim Menschen jedenfalls gering. Inwiefern die Längsfasern der Formatio reticularis vom Bindearm mehr nach allen Seiten verschoben oder mehr durchflochten werden, ist mir nicht möglich zu entscheiden. Ich muss mit Luys gegen Meynert u. a. den RK als ein für sich zu betrachtendes Gebilde ansehen, das etwas mehr ist als eine einfache gangliöse Anschwellung des Bindearmes in seinem Verlauf. In der Säugetierreihe hält übrigens die Stärke des RK mit der des Bindearmes Schritt. Beim Menschen sehen wir

---

[1]) Nach Burdach (a. a. O. Seite 327) wurde der RK schon von Santorini, Vicq d'Azyr, Reil und Gordon abgebildet und beschrieben, aber, wie es scheint, ohne Benennung. Am richtigsten scheint ihn Reil aufgefasst zu haben.

[2]) Die alten Autoren, sogar noch Burdach, kommen hier nicht in Betracht, da sie ganz falsche Vorstellungen über den Verlauf des Bindearmes haben, seine Kreuzung ignorieren etc.

(Fig. 4—10) den RK wie von einer Markkapsel umgeben, welche von Reil (Burdach), wie es scheint, zuerst bemerkt, dann von Burdach (a. a. O.) und Stilling (a. a. O.) beschrieben wurde und wohl teilweise aus Fasern der Formatio reticularis und des HL, wahrscheinlich aber auch zum Teil aus nur anliegenden, den RK nicht durchflechtenden Bindearmfasern besteht;[1]) jedoch nehmen auch die ihn durchflechtenden Fasern an der Bildung der Kapsel, besonders unten und medial, Anteil, indem sie sich zuerst etwas an die Wand des RK anschmiegen. Jedenfalls zum grössten Teil setzen die Bindearmfasern durch RK, lateral-, auf- und dorsalwärts ziehend, in meist ziemlich parallelen, zum Teil etwas welligen, lockeren, von grauer Substanz zerklüfteten Zügen hindurch. Der Angabe von Luys, dass eine Abteilung von Bindearmfasern, ventral vom RK durchschlüpfend, in das mediale Ende des Luysschen Körpers eintrete, kann ich zwar nicht mit Gewissheit widersprechen; ich kann aber dieselbe noch weniger bestätigen (vergl. Fig. 7—11). Wir haben gesehen, dass an der dorsalen Fläche des RK Bindearmfasern sowie Längsfasern der fortgesetzten HL und Formatio reticularis sich in unentwirrbarer Weise mischen. Betrachten wir nun die laterale Fläche des RK, so sehen wir zunächst aus derselben eine ansehnliche Fasermasse auf-, lateral- und dorsalwärts ziehend, konvergierend sich zu einem Bündel (BA Th, Fig. 5—10) sammeln, das, wie es scheint, der Hauptsache nach in den ventralen Teil des Thalamus opticus eintritt,[2]) und dort wieder in sekundäre Bündel zerfällt, welche sowohl die Lamina medullaris externa als andere Laminae medullares und Radiärbündel des Thalamus bilden zu helfen scheinen. Eine weitere Verfolgung auf rein anatomischem Wege halte ich für unmöglich; es ist jedoch die Möglichkeit vorhanden, dass von da aus die Bindearmfasern zur inneren Kapsel und so zum Stabkranz gelangen. Genanntes Bündel verliert lateralwärts die deutliche Richtung seiner Fasern und scheint an gewissen Stellen mehr in die Gitterschicht des Thalamus oder in die untersten Stabkranzfaserungen zwischen Corpus geniculatum externum und Thalamus (Fig. 5 γ_l) am unteren Ende der Zona incerta (siehe unten) überzugehen. Ausserdem geht es aber nach oben zu unabgrenzbar in das schon oft genannte Markfeld H (Fig. 11) über. Die eben beschriebenen Verhältnisse werden durch Fig. 4—11 mit Hilfe der Tafelerklärung leicht

---

[1]) Diese Ansicht wurde von Stilling (a. a. O.) zuerst vertreten. Durch einen Schnitt, den er von unten und dorsal durch beide Bindearme bis oben und ventral durch beide Rote Kerne führt, stellt Stilling (a. a. O. Taf. XIX., Fig. 9 und 10) den ganzen Verlauf der Bindearme dar, wobei dieselben einer Schere gleichen, deren Griffe die Markkapseln der beiden RK und deren Gewinde die Bindearmkreuzung vorstellen.

[2]) Burdach (a. a. O.) scheint dieses Verhältnis, wenn auch etwas unklar, erkannt zu haben.

verständlich gemacht, nur muss man, hier wie sonst, die durch die Zahl der fehlenden Schnittnummern gegebene Lücke zwischen je zwei Figuren berücksichtigen, sich dieselbe durch Zwischenbilder ausgefüllt denken, und aus dem Ganzen dann die plastische Form abstrahieren.

Nun vor allem, woher stammt dieses grosse Bündel aus der lateralen dorsalen und oberen Fläche des RK? Woher stammt das Markfeld H? Makroskopisch betrachtet, scheinen beide teilweise aus Fasern zu stammen, die nur um den RK herum, als dessen Kapsel, verlaufen, teilweise aus Fasern, die entweder den RK einfach durchsetzen oder aus ihm entstehen. Meiner Ansicht nach kann man nur sagen, dass beide zusammen ganz oder teilweise, direkt oder indirekt nach Unterbrechung durch zellige Elemente des RK, sowohl aus dem Bindearm als aus den Fasern der Formatio reticularis, aus dem HL und aus dem RK selbst stammen können. Und dabei wird nicht einmal auf die diffus zerstreute graue Substanz Rücksicht genommen, die diese Gebilde alle umgibt und teilweise durchsetzt. Spezieller kann man nur sagen, dass die Fasern aus dem HL, nach den niederen Säugetieren zu urteilen, wahrscheinlich eher in das Feld H übergehen, und dass beim Menschen der Bindearm durch seine Masse wohl den Hauptteil des mächtigen Bündels BA Th ausmacht. Nach Meynerts Anschauung wäre der Teil des Bündels BA Th, der in die Laminae medullares des Thalamus übergeht, als Fortsetzung der Längsfasern der Formatio reticularis zu betrachten; dieses müsste sich aber bei der relativ mächtigen Formatio reticularis der niederen Säuger bestätigen lassen, was nicht der Fall ist.

An seiner medialen Fläche zeigt der RK beim Menschen meist eine Einkerbung (Fig. 8, Hbd.), welche einfach durch das Meynertsche Bündel (Hbd., Fig. 4—9) bedingt wird, das hier wie in einer Rinne verläuft oder sogar auf kurze Strecke ganz in die Substanz des RK sich einsenkt, nicht nur mit einzelnen Fasern, wie Meynert (Stricker, Seite 735) meint. Dass es nichts anderes ist, lässt sich an der fortlaufenden Reihe mit aller Sicherheit durch Verfolgung des Meynertschen Bündels nachweisen. Luys (a. a. O.) wurde aber dadurch ganz irre gemacht und hielt diese Einkerbung für einen Hilus des RK, durch welchen alle aus ihm austretende und in ihn eintretende Fasern durchgehen müssen. Die Bilder, die man durch Sagittalschnittreihen durch eine und durch Vertikalschnittreihen durch beide Hemisphären[1]) erhält, helfen nicht viel zum weiteren Verständnis. Der RK erscheint darin mehr unregelmässig länglich oval; die durchsetzenden Faserzüge ver-

---

[1]) Sogenannte Horizontalschnittreihen, welche von Luys mit Vorliebe in seiner Darstellung des Hirns (a. a. O.) gebraucht werden.

laufen auch unregelmässiger und gewundener, halten aber im allgemeinen die Richtung ein, die man in den Querschnitten sieht. Besonders bei Vertikalschnitten zugleich durch beide Hälften des Hirns schien mir die Durchflechtung vollkommener, die nur anliegende Faserung (Markkapsel) spärlicher zu sein; vielleicht war es aber eine Eigentümlichkeit des so untersuchten Hirns. Eine Verbindung der Zellen des RK mit Bindearmfasern habe ich nicht gesehen. Der RK wird von einem Teil der Oculomotoriuswurzeln einfach durchbrochen, was in der Meynert-schen Querebene schöner als in unserer sichtbar ist.

Beim Affen (Macacus) sind die Verhältnisse nahezu wie beim Menschen, nur sind sowohl Bindearm als RK viel kleiner. Der RK ist noch deutlich rundlich umgrenzt; die oberen ventralen Kreuzungen der Haube heben sich schon von der eigentlichen Bindearmkreuzung deutlicher ab. Beim Hund aber sind die Verhältnisse schon sehr verschieden. In den unteren Querebenen der Haube ist der halbmondförmige Querschnitt des Bindearmes zwar unverkennbar und deutlich begrenzt, aber im Verhältnis zu dem des Menschen ungemein reduziert und von den übrigen Haubenfasersystemen an Mächtigkeit übertroffen. In den Querebenen des unteren Zweihügels fängt die Kreuzung an der Raphe mit den ventralen Fasern des Bündels an. Hier schon bemerkt man aber noch weiter ventralwärts in der Raphe zahlreiche scharf markweisse Kreuzungen.

In den untersten Querschnitten durch den oberen Zweihügel, nachdem beide sich kreuzende Bindearme in den vorhergehenden Querschnitten einen runden Knäuel in der Raphe gebildet hatten, sind sie bereits ganz gekreuzt, und es erscheinen wie beim Menschen Kreuzungen der Raphe ventral vom Bindearm, die diesmal, obwohl seitlich sich teilweise mit den Bindearmquerschnitten vermischend, ihrer Mächtigkeit und ihres starken Faserkalibers wegen als von demselben verschieden sich erweisen. Diese Kreuzungen nehmen nach oben noch zu (Fig. 23, V H Kr), bis zur Gegend des Austritts des Nervus oculomotorius, wo sie aufhören. Es kommen aber noch durch die ganze Höhe des oberen Zweihügels mehr dorsale Raphekreuzungen (Fig. 23, F H Kr) hinzu, die wir später sehen werden. Oberhalb der Bindearmkreuzung kann man den Querschnitt des gekreuzten Bindearmes von den umgebenden Längs-, Schräg- und Bogenfasern kaum unterscheiden; von einer scharfen Grenze, von einer Grenze überhaupt ist in dem furchtbaren Fasergewirr dieser Gegend keine Rede. Somit ist es auch unmöglich mit Gewissheit zu sagen, ob der Bindearm in den erst im unteren Drittel des oberen Zweihügels anfangenden Roten Kern wie beim Menschen übergeht. Es ist dies aber der Analogie wegen kaum zu bezweifeln.

Der Rote Kern der Haube erstreckt sich beim Hund durch die Höhe der ganzen zwei oberen Dritteile des oberen Zweihügels und wird nahezu bis oben von Oculomotoriuswurzelfasern durchflochten (Fig. 23, RK und III). Er sieht ganz anders aus als beim Menschen, nämlich wie etwa der Kern eines motorischen Nerven: es fehlt ihm eine scharfe gerundete Grenze, höchstens sieht man ab und zu auf ganz kurzer Strecke die Andeutung einer solchen. Er besteht aus ganz grossen fortsatzreichen Ganglienzellen von der Grösse und Beschaffenheit der motorischen Zellen des Vorderhornes im Rückenmark, denen kleinere, doch gleichgeformte, beigemengt sind. Diese Zellen liegen in einem grob netzförmigen Stroma von faserig-körniger Grundsubstanz, in welchem ihre Ausläufer, sich schlängelnd, verlaufen. In den Maschen dieses Netzes verlaufen Längsfaserbündel der Haube, die nach oben mehr schräg werden (wohl Bindearmfasern, wenigstens zum Teil). Aus diesen wunderschönen grossen Zellen sieht man relativ oft in Querschnitten D e i t e r s sche Axenzylinderfortsätze abgehen, die nach mehr oder weniger langem Verlauf zwei helle Ränder erhalten, d. h. sich in breite Markfasern umwandeln (fortsetzen) — vergl. Fig. 28 —. Letztere scheinen sich meist gegen die Raphe zu wenden. Man sieht nun viele ganz ähnliche, breite, einzeln verlaufende Markfasern, wie es scheint, aus dem RK, etwas ventralwärts zur Raphe verlaufen, wo sie, zum Teil wenigstens, die besprochene Haubenkreuzung bilden, die, wie oben gesagt, aus relativ sehr breiten Markfasern besteht. Es scheint mir demnach wenigstens eine partielle Beziehung der Zellen des RK zur grossen oberen ventralen Haubenkreuzung wahrscheinlich. — Endlich sieht man im oberen Teil des RK einzelne sehr feine und sich sehr bald verlierende Faserzüge lateral-, auf- und dorsalwärts verlaufen, welche dem gleichartig verlaufenden mächtigen Bündel des Menschen (BA Th, Fig. 5—10) zu entsprechen scheinen, obwohl der entsprechende weitere Verlauf nach oben zum Thalamus oder zur Gitterschicht nicht nachweisbar ist. Man soll übrigens diese Faserzüge ja nicht mit den beim Hunde weit mächtigeren Bündeln aus der Schleifenschicht verwechseln, welche zwar etwas mehr lateral liegen, aber sich doch zum Teil mit ihnen vermischen. Weitere Verfolgungen sind nicht möglich, und insbesondere können hier so wenig als beim Kaninchen Bindearmfaserzüge in den weiter oben liegenden Querschnitten verfolgt werden. Beim Maulwurf, sowie beim Kaninchen und bei den Nagern überhaupt sind die Verhältnisse ähnlich denen beim Hund; nur ist der Bindearm noch unansehnlicher und gehört eine Verfolgung desselben oberhalb seiner Kreuzung zu den Unmöglichkeiten. Im Sagittalschnitt des Kaninchens durch die Mittellinie sieht man die spindelförmig und etwas grau aussehende, scharf hervorstechende Bindearmkreuzung ganz deutlich von

den übrigen mehr breitfaserigen, heller gefärbten, weiter oben und ventralwärts liegenden Haubenkreuzungen abgegrenzt; lateralwärts aber (Fig. 27, BA und VHKr) verschwindet diese Grenze. Die Zellen des RK zeigten sich bei Fuchsinpräparaten der Ratte ausnehmend schön und gross, aber in geringer Zahl. Stieda (Wirbeltiere) zeichnet in seiner Fig. 39 (e′) den RK des Hundes, erkennt ihn aber nicht als solchen und nennt ihn „obere Abteilung des Nucleus peduncularis". Seine „untere Abteilung des Nucleus peduncularis" ist nichts anderes als die bei Tieren pigmentlose Substantia nigra. Was dagegen Luys (Recherches etc., Pl. XXXIX, Fig. 4) beim Kaninchen als RK (olive supérieure) abbildet, ist es ganz sicher nicht, sondern ist wohl ein Teil des corpus geniculatum externum oder des Thalamus; die Figur ist ganz schlecht.

4. **Schleifen.** Mit Schleifenschicht [1]) ist auf Fig. 1 ein Querschnittenfeld bezeichnet, das von Reichert [2]) Schleifenschicht genannt, von Meynert (Strickers Handbuch) als oberes Schleifenblatt bezeichnet und hauptsächlich aus dem oberen Zweihügel abgeleitet.[3]) von Henle (a. a. O.) mit der unteren Schleife zusammen als Lemniscus bezeichnet, mit ihr (Fig. 167, Seite 237) lateralwärts zur lateralen Oberfläche der Haube und von da dicht ventral von den sogenannten Vierhügelganglien, aber dorsal vom Aquaeductus, zu einer Kreuzung in der Mittellinie gebracht wird. Von Stieda (Wirbeltiere) wird die von ihm als solche nicht erkannte Schleifenschicht als unteres Längsbündel der Pars peduncularis bezeichnet — von Stilling wird sie vordere Abteilung der (nach oben fortgesetzten) Vorderstränge genannt und mit vollem Recht teils in die Haube, teils in den Grosshirnschenkel geführt. Nur scheint Stilling (Hirnknoten, Taf. XI *d *) ihr zugehörige Fasern seitlich vom RK zu seiner mittleren Abteilung der Vorderstränge zu rechnen. Aus Luys' Arbeiten ist sie unentwirrbar. Nach Flechsig wird die Schleifenschicht beim etwa 35 cm langen Fötus markhaltig und geht in den „Vierhügel" über.

Mit unterer Schleife ist auf Fig. 1 eine Fasermasse bezeichnet, die von den Autoren übereinstimmend als Schleife des unteren Zweihügels und als aus demselben kommend angegeben wird. Meynert nennt sie auch Fuss der Schleife, unteres Schleifenblatt. Meynert und Henle — ersterer betont dies besonders in seiner neueren Arbeit im Archiv für Psychiatrie, 1874 — leiten die untersten Bündel der unteren Schleife aus der Hirnklappe ab.

---

[1]) Olivenkernstrang von Burdach a. a. O., Seite 73 (??).

[2]) Der Bau des menschlichen Gehirns erläutert an Durchschnitten. Leipzig 1859.

[3]) Die Ansicht Meynerts über den oberen Ursprung der Schleifenfasern in seiner neueren Arbeit (Archiv für Psychiatrie, Band IV. Seite 387. 1874) ist mir unverständlich geblieben.

Als laqueus, lemniscus, Schleife (Haller, Reil, nach Burdach)[1]) bezeichneten im allgemeinen die alten Autoren den weissen Belag, der frei an der Hirnoberfläche liegend, ventral vom Pons und Pes pedunculi, dorsal von der Hirnklappe und vom Ganglion des unteren Zweihügels, oben vom Arm des unteren Zweihügels, unten vom Bindearm und Brückenarm begrenzt, den lateralen Teil der Haube bildet. Wo überallhin diese Fasern geleitet worden sind, wäre müssig, hier wieder zu sagen. Ich will aber versuchen, das anzugeben, was meiner Ansicht nach tatsächlich darüber und über die sogenannte untere Schleife und Schleifenschicht behauptet werden kann. Um Verwechslungen zu vermeiden, nenne ich kurzweg Schleife die nur äusserlich begrenzte, eben geschilderte Lage weisser Substanz der alten Autoren, Schleifenschicht und untere Schleife dagegen die oben angegebenen Faserbündel, die nur an Querschnitten erkannt werden, endlich obere Schleife den oberen Teil der Schleife, der aus den oben frei an der Oberfläche liegenden und besonders verlaufenden lateralen Fasern der Schleifenschicht besteht.

Die sogenannte Schleifenschicht ist in Fig. 1 ziemlich breit, da sie hier rasch zur Oblongata hinabsteigt; in der Meynertschen Ebene erscheint sie bandförmig, in medio-lateraler Richtung gestreckt, wie in Fig. 2. Bei einem Fötus mit nach unten bis zur Mitte der Brücke defektem Mittelhirn fand Flechsig (a. a. O. Seite 121) die Schleifenschicht nur auf zwei Drittel des Normalen reduziert. Sie besteht beim Menschen aus dichten, kompakten Bündeln von stark markhaltigen Längsfasern. Diese Bündel bilden in der Brückengegend meist etwas viereckige Querschnitte, die nahezu bis zur Raphe reichen, wo sie jedoch diffuser und ihre Fasern feiner werden. Die Schleifenschicht ist überall von grauer Substanz mit Nervenzellen umgeben, welche zum Teil zwischen ihre Bündel eindringt. Verfolge ich zuerst die medialsten, der Raphe am nächsten liegenden feinen, diffus begrenzten, schwer zu verfolgenden Bündel an Quer- und Sagittalschnittreihen des Menschen, so finde ich allerdings wie Stilling, Meynert, Henle und Flechsig, dass dieselben dicht oberhalb des Pons in den Pes pedunculi überzugehen scheinen, indem die dorsalsten medialen Fasern des letzteren, von oben nach unten verfolgt, dorsal von den obersten Querfasern des Pons liegen bleiben. Inwiefern aber diese Bündel zur übrigen Schleifenschicht gehören, ob sie möglicherweise zum Teil mit dem Pedunculus substantiae nigrae von Meynert, wie Flechsig (a. a. O. Seite 337) meint, identisch sind, ob sie dann, wie beide genannte Autoren meinen, vielleicht schon in den der Schleifenschicht beigemischten Zellen der Ponsgegend endigen, das sind die Fragen, worüber ich nicht einmal

[1]) Faisceaux triangulaires latéraux de l'isthme (Cruveilhier). — Rubans de Reil (Gratiolet).

eine Vermutung wage. Diese Fasern sind in Fig. 2 beiderseits von der Raphe, dicht dorsal vom Pons, zu scharf angedeutet. Sie sind so fein, so diffus, so ungenau begrenzt, gehen dorsal so unabgrenzbar in die Längsfasern der Formatio reticularis über, dass eine rohe Verfolgung ganzer Bündel derselben schon fast zur Unmöglichkeit wird. Beim Hunde ist kaum mehr eine Andeutung dieses Bündels vom Fuss zur Haube zu finden.

Anders verhält es sich mit den unmittelbar lateral von diesen Bündeln liegenden scharfen Querschnitten, die wir als mittleren oder Hauptteil der Schleifenschicht, eigentliche Schleifenschicht bezeichnen können. Dieselben behalten ihre ziemlich genau sagittale Richtung zwischen Formatio reticularis und vorderster grauer Haubenschicht [1]) bis oberhalb der Bindearmkreuzung am unteren Ende des RK bei. Bis zu dieser Stelle nämlich ist dieser Hauptteil der Schleifenschicht vom lateralen Teil derselben (obere Schleife) in keiner Weise getrennt (Fig. 2). Hier nun sieht man plötzlich den Haupt- (mittleren) Teil der Schleifenschicht, als deutliches Bündel dorsal-, auf- und etwas lateralwärts umbiegend (Fig. 3), sich von der oberen Schleife trennen, dicht lateral vom RK an diesem vorbeistreichen, dabei an das Bündel BA Th angeschmiegt‘ ihm ziemlich parallel, verlaufen, und anscheinend gegen das Pulvinar des Thalamus hinziehend (Fig. 4) die Haubenfaszikeln durchflechten, [2]) um sich zugleich noch in der Haube völlig zu verlieren. Einen Uebergang in den Thalamus konnte ich nicht sehen, noch weniger aber einen solchen in den oberen Zweihügel, da die Richtung der Fasern eine noch viel zu ventrale ist, und da man dieselben in der Haube bis zu Ebenen oberhalb des oberen Zweihügels verfolgen kann. Beim Hunde und besonders beim Kaninchen, sind diese Verhältnisse viel schöner sichtbar als beim Menschen. Die obere Schleife ist bei diesen Tieren nur als kleinerer lateraler Anhang des fast zylindrischen mächtigen kompakten Hauptteiles der Schleifenschicht vorhanden, während ein ganz medialer Teil der Schleifenschicht (Bündel vom Fuss zur Haube) gar nicht zu unterscheiden ist. In der Gegend des Ganglion interpedunculare (siehe unten) angelangt, biegt nun der Hauptteil der Schleifenschicht (Fig. 23, Schleifenschicht) auf-, dorsal- und etwas lateralwärts um, und verläuft ebenso wie beim Menschen; bei diesen Tieren ist die Durchflechtung der Haubenfaszikeln durch die Schleifenschicht weiter oben als die Querebene der Fig. 23 sehr schön zu sehen.

---

[1]) Fig. 3 zwischen Pons und Schleifenschicht angedeutet. Soll, wie mir scheint, den Pedunculus Substantiae nigrae von Meynert (Archiv für Psychiatrie, 1874) enthalten. Eigentlich gehört sie als untere Fortsetzung der Substantiae nigrae eher zum Pons als zur Haube.

[2]) Letzteres nur bei Tieren unterscheidbar.

Eine kleine Portion dieses Hauptteiles der Schleifenschicht biegt jedoch sowohl bei Tieren als beim Menschen nicht um, sondern bleibt an der Hirnbasis, beiderseits vom Ganglion interpedunculare sagittal weiter verlaufend, liegen (Fig. 23 α), indem sie zum Corpus mammillare zieht; diese Portion ist nichts anderes als das sogenannte Bündel des Corpus mammillare zur Haube von Meynert (Stricker, Fig. 256 m, Seite 735).[1])

Um den lateralen Teil der Schleifenschicht, die obere Schleife, zu verstehen, muss man ihn nicht beim Menschen, sondern am besten beim Hunde studieren. Da sieht man seine Fasern von der Hirnoberfläche, sowie vom Arm des unteren Zweihügels durch graue Substanz getrennt, was ihre gesonderte Verfolgung zum Teil erlaubt. In den Querebenen der Mitte des oberen Zweihügels angelangt, trennen sich die meisten dieser Fasern vom Hauptteil der Schleifenschicht, indem sie eine rundliche Gruppe sehr feiner zersprengter Bündelchen (Fig. 23, obere Schleife) bilden, welche zwischen Haubenfaszikeln und Arm des unteren Zweihügels, näher vom letzteren, nach oben verlaufen. Diese Bündelgruppe verläuft stets sagittal, wird aber nach oben zu immer diffuser, breiter, zerklüfteter. In den Querebenen des Meynertschen Bündels angelangt, fängt sie an, sowie die Haubenfaszikeln und der Hauptteil der Schleifenschicht, sich ganz zu verlieren, d. h. zuerst unter den anderen diffusen, feinsten Längsfasern, und dann mit denselben in der grauen Substanz zu verschwinden. In dieser Gegend nun wird die obere Schleife, soweit noch unterscheidbar, von äusserst feinen Fasern durchflochten, welche scheinbar vom Corpus geniculatum internum (vom Arm des unteren Zweihügels?) schief zur Gegend des Ganglion habenulae oder der Commissura posterior ziehen. Eine Unterscheidung der Fasern des Armes des unteren Zweihügels von denjenigen der oberen Schleife und von im Corpus geniculatum internum selbst entstandenen Fasern ist von da an nach oben zu nicht mehr möglich; nur äusserst feine diffuse Züge bleiben überhaupt übrig. An eine Masse Verbindungen lässt sich hier denken; beweisen lässt sich aber nichts. In den Querebenen der oberen Hälfte des oberen Zweihügels sieht man (immer noch

[1]) Das zuletzt geschilderte Verhältnis ist nicht von mir, sondern von Professor Gudden schon lange entdeckt und aufgeklärt worden, wird aber erst demnächst von ihm publiziert werden, so dass ich hier nichts weiteres darüber sage. Ebenso verhält es sich mit dem oberflächlich verlaufenden Tractus peduncularis transversus, der etwas weiter oben als Fig. 23 zwischen das Bündel α und den Pes pedunculi sich in die Hirnsubstanz einsenkt. Auch die Verhältnisse des Corpus mammillare zu den sogenannten Fornixschenkeln (Vicq d'Azyrsches Bündel und Columna anterior Fornicis) lasse ich hier unberücksichtigt, da die wichtigen Ergebnisse von Professor Gudden, welche beweisen, dass die bisher im Corpus mammillare angenommene Schleife auf einer Täuschung beruht, und dass auf- und absteigender Fornixschenkel voneinander durchaus getrennte und unabhängige Faserbündel sind, erst noch von ihm veröffentlicht werden müssen.

beim Hunde) eine ganze Anzahl äusserst feiner ganz zersprengter Fasern (lateralsten Bogenfasern der Haube) aus dem dorsalsten Teil des tiefliegenden Markes des oberen Zweihügels zur oberen Schleife verlaufen, in deren Gegend sie sich zu verlieren scheinen (Fig. 23 x). Diese Fasern sind es, die Meynert als Schleife aus dem oberen Zweihügel betrachtet. Beim Kaninchen sind die Verhältnisse ähnlich wie beim Hunde. Beim Menschen nun fehlt überall die trennende und zerklüftende graue Substanz oder sie ist sehr reduziert und die Fasern bilden einen Filz, so dass ihre Richtung nicht zu entwirren ist. Der Knotenpunkt dieses Filzes ist der Arm des unteren Zweihügels (Fig. 2, Br. Qdg. post.), der von der oberen Schleife (Fig. 2, obere Schleife), welche übrigens hier wirklich den oberen Teil der Schleife bildet, ebensowenig als von den ebengenannten Fasern x (Fig. 2 x) zu trennen ist. Nach oben verliert sich dieser allmählich total in dem Corpus geniculatum internum selbst und in der zwischen Pulvinar des Thalamus, Corpus geniculatum internum und Pes pedunculi liegenden Abteilung grauer Substanz der Haube. Dass von da aus, z. B. durch η Fig. 5, Verbindungen mit dem Stabkranz möglich sind, lässt sich denken; nachweisbar sind solche aber nicht. Ein Vergleich der Fig. 2—4 (Mensch) mit der Fig. 23 (Hund) erklärt diese Verhältnisse am besten und zeigt die grossen Vorteile, die das Hundehirn für die Unterscheidung dieser Bündel besitzt.[1]) Selbstverständlich verfolgen wir hier überall nur scheinbar mehr oder weniger kompakte Bündel, womit der Verlauf der einzelnen, dieselben zusammensetzenden Fasern nur wahrscheinlich gemacht wird; viele seitlich abgehende oder zukommende vereinzelte zersprengte Fasern können dabei vorhanden sein, doch kann deren Verlauf bei so feinen Faserkalibern nie bestimmt werden. Daher ist die Ansicht Meynerts, dass die Schleifenschicht in ihrem sagittalen Verlauf von oben nach unten einzelne Fasern aus der Haube erhält, nur eine durch die Zunahme der Grösse der Schleifenschicht nach unten sehr wahrscheinlich gemachte Hypothese; ebensogut können solche Fasern aus der Gegend der Substantia nigra stammen (Pedunculus Substantia nigra Meynert?). Wie unsicher und jedenfalls unbedeutend die Verhältnisse der Schleifenschicht (durch

[1]) Diese Tatsachen mit der Fig. 249 von Meynert in Strickers Handbuch, sowie mit seinen Angaben im Text in Einklang zu bringen, gelingt mir, offen gestanden, nicht. Das in dieser Figur mit Tl verzeichnete Mark entspricht unserem x (Fig. 2) und wird von Meynert, wie es scheint, als das ganze tiefliegende Mark des oberen Zweihügels aufgefasst, was sicher irrtümlich ist, wenn man, wie Meynert selbst an anderen Orten (a. a. O., Fig. 241 m'), als tiefliegendes Mark die nach unten fortgesetzte Commissura posterior (in unserer Fig. 2, Tl M. Qdg ant.) bezeichnet. Ferner lässt Meynert dieses Mark *(x)* sich mit dem Arm des oberen Zweihügels in der Mittellinie kreuzen, was nicht nachweisbar ist (siehe übrigens unten: oberer Zweihügel).

die obere Schleife) zum oberen Zweihügel sind, haben wir somit gesehen, und zugleich die Ansicht Meynerts zur Genüge besprochen. Es sei noch bemerkt, dass beim Hunde und beim Kaninchen massenhafte schöne, grosse multipolare Ganglienzellen um die Schleifenschicht, besonders dorsal von derselben, angesammelt sind, wo sie fast einen Kern bilden (Fig. 27 zwischen MF und Schleifenschicht, ohne Bezeichnung).

Ganz anders verhält es sich mit der unteren Schleife (Fig. 1, untere Schleife), welche in der Tat aus Fasern besteht, die, aus dem unteren Zweihügelganglion ventralwärts ausstrahlend, den unteren Teil der Schleife bilden und sich zwischen Pons und Bindearm — lateral und ventral, wie Meynert ganz richtig bemerkt, von einem sichelförmigen Anteil der Schleifenschicht bedeckt — ansammeln, um dann wohl grösstenteils nach unten zur Oblongata zu gehen. Dass ein unterer Anteil dieser unteren Schleife aus der Hirnklappe kommt, ist wahrscheinlich, doch ist er gewiss nicht so massenhaft, wie von Meynert (Archiv für Psychiatrie, 1874) und Henle (a. a. O.) angenommen wird. Am schönsten sind wieder hier die Ausstrahlungen aus dem unteren Zweihügelganglion beim Kaninchen sichtbar. Beim Menschen sind sie nur in der Meynertschen Ebene erkennbar. Ventral ist die untere Schleife nur unvollkommen vom lateralen Teil der Schleifenschicht (obere Schleife) zu trennen. Daher ist es ziemlich schwer, anzugeben, wo sie oben aufhört, den Lemniscus zu bilden, und wo die obere Schleife diese Rolle übernimmt. Das beste ist, man betrachte nach oben zu als untere Schleife nur noch die Fasern, die in das Ganglion des unteren Zweihügels einstrahlen, soweit man sie von den anderen unterscheiden kann. Nach unten zu hängt noch die untere Schleife medial (Fig. 1, zwischen Bindearm und Schleifenschicht) mit den Fasern der Formatio reticularis, besonders mit Bogenfasern, die sich an der Raphe kreuzen, zusammen; dies ist beim Hunde und Kaninchen sehr schön sichtbar. Schon beim Hunde, besonders aber bei Nagern, sind die Fasern der Schleife durch viel graue Substanz zersprengt, so dass der Verlauf der einzelnen Fasern dadurch etwas deutlicher wird. Anderseits aber sind sie dadurch schwerer oder oft gar nicht medial von den Bogenfasern der Haube zu unterscheiden.

Es muss überhaupt noch betont werden, dass sämtliche Faserzüge, die die verschiedenen Schleifen bilden (Schleifenschicht, obere Schleife, untere Schleife), nirgend ganz scharf von der Formatio reticularis der Haube getrennt, und dass somit alle Uebergänge in jeder Richtung möglich sind.

Meynert (Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Band XVII, Heft 4) will durch Vergleichung der Breite der unteren Schleife dicht

unterhalb des unteren Zweihügels bei verschieden gestalteten Tieren (Mensch, Maulwurf, Fledermaus, Känguruh) zu dem Resultat gekommen sein, dass diese Breite der sensiblen Körperoberfläche direkt proportional sei. Jedoch sind die Zahlen, die er anführt, abgesehen sogar von der grossen Unsicherheit der Messungsmethode (mehr oder weniger starke Zerklüftung durch graue Substanz u. dergl.), nichts weniger als beweisend.

5. **Substantia ferruginea. Aeussere absteigende Trigeminuswurzel mit Kern. Trochlearis. Oculomotorius.** In Fig. 1 sind mit S. ferr. die Pigmentzellen der Substantia ferruginea, mit IV die Austrittszelle der Wurzel des Nervus trochlearis (zentralwärts von der Kreuzung), mit 4 V der vierte Ventrikel, in den Aquaeductus Sylvii übergehend, bezeichnet. Zwischen IV, S. ferr. und Bindearm ist ein dunkler vertikaler Strich ohne Bezeichnung; es ist dies die äussere absteigende Quintuswurzel von Meynert.

Von allen Autoren hat Meynert diese Verhältnisse weitaus am richtigsten dargestellt. Henles Angaben sind unklar und zum grossen Teil unrichtig. Er bildet zwar (Nervenlehre, Seite 238—243) den oberen Trochleariskern von Stilling an der richtigen Stelle makroskopisch ab (Fig. 171 und 173), beschreibt und zeichnet aber als seine Zellen die Zellen des Kernes der äusseren absteigenden Trigeminuswurzel (Fig. 172). Ferner gibt Henle an, den Uebergang von Fasern des Nervus trochlearis in die braunen Zellen des Locus coeruleus (Substantia ferruginea) sicher gesehen zu haben (Seite 240, Fig. 170). Als hintere rückläufige Trochleariswurzel beschreibt und zeichnet er (Fig. 165 IV') die äussere absteigende Quintuswurzel. Er scheint die blasigen Zellen des Quintus unten nicht von den Zellen der Substantia ferruginea unterschieden, und die wirklichen Trochleariszellen ganz übersehen zu haben. Der wahre Trochleariskern sowie der Verlauf der hinzutretenden Wurzel wurde erst von Stilling (Hirnknoten) ganz richtig und genau beschrieben. Dieser Autor nimmt aber ausserdem eine untere Abteilung der Trochleariswurzel an, die in der Querebene der Hirnklappe liegen soll und wohl einem Teil der absteigenden Quintuswurzel entspricht; Meynert hat den Sachverhalt richtig gestellt (Strickers Handbuch). Zellen und Fasern der äusseren absteigenden Quintuswurzel werden sowohl von Deiters (a. a. O.) als von Stieda (a. a. O.) als einziger Trochlearisursprung angesehen, nur gibt letzterer zu, dass auch einzelne Trigeminusfasern daraus entspringen. Beide ignorieren den wirklichen Trochleariskern völlig. Stieda sagt ruhig (Wirbeltiere, Seite 103), dass der Maulwurf — bekanntlich mit fast total atrophischen Augen, Orbitae und Augenmuskeln — einen sehr grossen Trochleariskern habe, während ihm kein Trochlearisnerv bei diesem Tier zu Gesicht kam (!). Nach Meynert ist der Stillingsche obere Trochlearis-

kern allein Trochlearisursprung; die grossen runden, blasigen Zellen, die in traubenförmigen Gruppen von oben, um den Aquaeductus Sylvii, bis unten, an den Seiten der Hirnklappe, in einer Kette gelagert sind, geben Trigeminusfasern (äussere absteigende Wurzel Meynerts) Ursprung und sind durch Form, Pigmentlosigkeit und Gruppierung sowohl von den Trochleariszellen als von den Zellen der Substantia ferruginea verschieden. Diese Angaben kann ich nur Punkt für Punkt bestätigen. Ferner aber beschreibt Meynert eine mittlere absteigende Quintuswurzel aus den Zellen der Substantia ferruginea und eine innere absteigende Quintuswurzel aus dem dorsalen Teil der Raphe. Obwohl ich selbst sagen muss, dass es den täuschenden Anschein hat, als ob ziemlich viele Fasern aus dem Quintus zu diesen beiden Orten gingen, so muss ich doch gestehen, dass mir trotz der häufigen Durchmusterung der verschiedenen Schnittreihen die Existenz dieser beiden Wurzeln zweifelhaft geblieben ist. Ja, ich möchte sogar das Vorhandensein einer Quintuswurzel aus der Substantia ferruginea als sehr unwahrscheinlich bezeichnen, da eine aus einer so starken Anhäufung grosser Zellen stammende Wurzel eines peripheren Nerven klar und zweifellos erkennbar zu sein pflegt, was hier weder beim Menschen noch bei Tieren der Fall ist.

Die von Stilling, Arnold und Meynert sogenannte Substantia ferruginea,[1]) welche früher schon von Vicq d'Azyr, Reil und Gebrüder Wenzel (Burdach a. a. O., Seite 306) als durchschimmernde schwarze Substanz erkannt wurde, besteht beim Menschen aus dicht dunkelbraun pigmentierten — mit einzelnen pigmentärmeren vermischten —, meist kurz spindelförmigen grossen Zellen, die in ziemlich dichter, aber nicht begrenzter Anhäufung in den Querschnittebenen des unteren Zweihügels und des Trochlearisaustrittes, ventral vom Aquaeductus, beziehungsweise vom IV. Ventrikel, und medial von der absteigenden Quintuskette im zentralen Höhlengrau liegen. Weiter nach unten verbreitet sich diese Zellenanhäufung sowohl medial und lateral von der absteigenden Quintuskette als auch innerhalb derselben bis zur Querebene des Trigeminusaustrittes. Pigmentzellen derselben Art befinden sich aber sowohl am oberen und am unteren Ende, als allerseits um die Anhäufung weit herum regellos vereinzelt zerstreut, so dass keine Grenze bestimmbar ist. Zwischen ihnen finden sich viele kleinere pigmentarme Zellen am grauen Boden. Zugegeben muss werden, dass ab und zu eine rundlichere pigmentärmere Zelle der Substantia ferruginea

[1]) Der Locus caeruleus der Gebr. Wenzel (Burdach a. a. O.), der die oberste Erhabenheit des Bodens der vierten Hirnhöhle bildet, erhält gerade durch die zum Teil unter ihm liegenden Pigmentzellen der Substantia ferruginea seine beim Menschen bläulich-bräunlich durchscheinende Farbe.

beim Menschen täuschend ähnlich einer blasigen Quintuszelle sehen kann; doch ist die Lagerung fast immer eine andere und eine Verwechslung bei sorgsamer Untersuchung daher sehr selten möglich. Beim Affen, Hunde, Kaninchen, Maulwurfe, kurz bei allen untersuchten Säugern, ausser dem Menschen, sind die Zellen der Substantia ferruginea pigmentlos oder wenigstens pigmentarm; dafür sind sie aber bedeutend kleiner, viel schlanker und fortsatzreicher als die blasigen Quintuszellen, so dass eine Verwechslung hier noch weniger (ausser beim Affen gar nicht) möglich ist. Bei niederen Säugetieren sind überhaupt die Zellen der Substantia ferruginea kaum, und nur durch Analogie mit dem Menschen, von den übrigen kleineren Zellen des zentralen Höhlengraues zu unterscheiden.

Die äussere absteigende Quintuswurzel lässt sich am allerschönsten, und zwar mit vollkommener Sicherheit, an einer Sagittalreihe des Kaninchens verfolgen. An dem lateralsten Schnitt, in welchem diese Wurzel anfängt, sieht man zuerst runde blasige Zellen ventral vom oberen Zweihügel erscheinen, aus welchen Zellen sich abwärts nach und nach zuerst nur einzelne, dann zahlreichere breite, mit grossen Axenzylindern versehene Markfasern entwickeln, welche nach unten wellig und locker, durch graue Substanz voneinander getrennt, verlaufen. Sie werden dabei immer von traubenförmigen Gruppen oder von einzelnen Individuen der grossen blasigen, mit schönem Kern und Kernkörper versehenen, mit Karmin stark imbibierbaren Zellen begleitet, die, abgesehen vom Fehlen der Bindegewebsscheide, ganz nach Art der Zellen der peripheren Ganglien gebaut sind und oft eine der abwärtsziehenden Fasern aussendend in den Schnitten gesehen werden. Man kann oft genug den Zellfortsatz zum Axenzylinder eine Trigeminusfaser werden sehen,[1]) während geteilte Protoplasmafortsätze an Schnittpräparaten nicht sichtbar sind. Ueber einen zweiten Fortsatz dieser Zellen später das Nähere. In der Gegend des Marksegels angelangt, kreuzen unsere absteigenden Trigeminusfasern die Trochleariswurzel in fast rechtem Winkel und unterscheiden sich mit grosser Sicherheit von den Trochlearisfasern, die viel dünnere Axenzylinder besitzen und, in wenigen ganz dichten Bündeln angeordnet, gerade verlaufen. Diese Kreuzungsstelle, die beim Menschen bei weitem nicht so klar zu sehen ist, und welche besonders in gewissen, der Hirnbasis parallelen Schnitten sehr täuschende Trugbilder erzeugt, ist es wohl, welche die Autoren irregeführt hat. Unterhalb derselben liegen die blasenförmigen Zellen in dichter Anhäufung massenhaft beisammen und geben einer grossen Quantität der lockeren, breiten, mit keinen der umgebenden zu verwechselnden Fasern

---

[1]) Was von Huguenin (a. a. O., Seite 263) mit vollem Unrecht bestritten wird.

den Ursprung. In der Querebene des Quintusaustrittes angekommen (sogar fast etwas weiter unten), biegt die ganze in viele sekundäre lockere Bündel sich teilende, von blasigen Zellen frei werdende Fasermasse rasch ventralwärts, dann fast etwas (rekurrierend) aufwärts, und erreicht die aus dem motorischen Quintuskern tretende kleine motorische Quintuswurzel, um dann, nach totaler Vermischung mit derselben, dicht oberhalb der aufsteigenden sensiblen Wurzel das Gehirn zu verlassen. Beim Hunde (Fig. 23a abst. VK, a. abst. VW) sind die Verhältnisse wie beim Kaninchen. Beim Menschen ist unterhalb des Trochlearisaustrittes die Masse der blasenförmigen Zellen nur wenig grösser als oberhalb desselben; die ganze Wurzel ist im Vergleich kleiner, sonst ist alles gleich.

Die Kette der äusseren absteigenden Quintuswurzel erstreckt sich von der Gegend des oberen Viertels des oberen Zweihügels bis zur Gegend des Quintusaustrittes. Im Querschnitt sieht diese Wurzel meist halbmondförmig, an der medialen Seite konkav aus, und scheidet ventral die Haube und dorsal den Vierhügel vom zentralen Höhlengrau des Aquaeductus, respektive des IV. Ventrikels. Die Zellen liegen medial von den Fasern und geben ihren Hauptfortsatz nach unten und lateralwärts zu denselben ab. Dass die äussere absteigende Quintuswurzel sensibel sei, wie M e y n e r t ohne weiteres auf Grund der runden Zellform behauptet, ist mindestens sehr zweifelhaft. Die Zellen der Ursprungskerne sensibler Nerven sind meist klein und nichts weniger als blasenförmig; diese Tatsache allein widerspricht der M e y n e r t schen Auffassung. Ausserdem gibt es motorische, blasige, grosse Zellen in den peripheren Ganglien. Am wahrscheinlichsten hat die äussere absteigende Quintuswurzel irgend eine der spezifischen Funktionen des Trigeminus zu verrichten oder es verlassen ihre Fasern später den Trigeminus und gehen anderswohin.

Ob im Marksegel die Kreuzung der beiden austretenden nervi trochleares eine totale ist, wie meist angenommen wird, oder nur eine partielle, kann ich nicht entscheiden; dass eine Kreuzung stattfindet, ist aber zweifellos. Zentralwärts von dieser Kreuzung wird die Trochleariswurzel von der äusseren absteigenden Quintuswurzel rechtwinklig durchsetzt (siehe oben) und verläuft dann in Form von einigen wenigen kompakten runden Bündeln zuerst auf- und ventralwärts, später medialwärts, der Grenze zwischen Haube und zentralem Höhlengrau des Aquaeductus entlang. So gelangt sie in ihren Kern, der in den Querebenen der oberen Hälfte des unteren Zweihügels und der untersten Teile des oberen am lateral-dorsalen Winkel des HL liegt, in welchem er eine Aushöhlung bedingt. In von unten nach oben sich folgenden Querschnitten sieht man den querschrägen Durchschnitt der Trochleariswurzel, durch die absteigende Quintuswurzel hindurchsetzend, rasch

ventralwärts rücken, dann, lateral liegend in der Nähe des HL angelangt, dorsal von demselben rasch medialwärts umbiegen und sich schliesslich pinselförmig in seinem Kern zerstreuen. Einzelne Fasern scheinen oft zur Raphe zu gehen. Andere sieht man als Nervenfortsätze der Zellen des Kerns endigen. Der Kern besteht aus grossen eckigen, fortsatzreichen Zellen und liegt entfernt von der Raphe, von derselben durch einen Teil des HL getrennt. Nach oben zu geht er nicht unmittelbar in den Oculomotoriuskern über, sondern ist von demselben, wie Stilling ganz richtig schon gesehen hat, durch eine enge zellenarme Region abgegrenzt. Somit hat Meynert unrecht, wenn er beide Kerne als einen einzigen, von ihm sogenannten Oculomotorio-Trochleariskern betrachtet. Kern und Wurzel sind bei allen Tieren gleich, beim Kaninchen sehr schön zu sehen; einen Bruchteil des Kerns sieht man in Fig. 27, IV. Kern (irrtümlich in den III. Kern übergehend).

Der Oculomotoriuskern sei gleich hier abgehandelt. Er liegt beiderseits eng an der Raphe medial und etwas dorsal vom HL durch die ganze Höhe der oberen drei Viertel des oberen Zweihügels. Er ist viel grösser als der Trochleariskern und besteht meist aus etwas kleineren, sonst ganz gleich aussehenden Zellen. Die Wurzelfasern verlaufen aber in ganz anderer Richtung als die Trochlearisfasern, nämlich vom Kern aus im ganzen ventralwärts durch das HL und durch den RK, oder neben ihm, in viele kleine kompakte Bündel geteilt, die vom RK etwas auseinandergedrängt werden, ventral von ihm aber wieder aneinander rücken. Dieser Verlauf ist, sowie die Austrittsstelle, allgemein bekannt und anerkannt. Burdach (a. a. O., Seite 176) ist der erste, der ihn richtig entdeckte; er nahm aber ausserdem irrtümlich eine andere Wurzel aus dem Hirnschenkel an. — Verbindungen von Fasern mit Zellen sind ungemein schwer zu sehen (mir ist es nie mit Gewissheit gelungen). Ob einzelne Wurzelfasern direkt zur Raphe gehen, ist möglich, doch nicht bewiesen. Bei allen Tieren sind Kern und Wurzel gleich beschaffen und in ihrer Mächtigkeit von der Grösse des Nervus Oculomotorius abhängig.

Der Maulwurf zeigt ein fast absolutes Fehlen sowohl des Kerns als der Wurzel der Nervus Trochleares und Oculomotorii, während die absteigende Quintuswurzel mit ihrem Kern stark entwickelt ist. Dies ist eigentlich der glänzendste Beweis der Richtigkeit der Meynert-schen Ansicht. Höchstens glaubt man ab und zu eine zweifelhafte Faser zu sehen. An der Stelle der betreffenden Kerne, welche ganz eingeschrumpft ist, befinden sich Bindegewebe und kleine Zellen der Raphe oder des zentralen Höhlengraues. Einzelne Bindegewebsstreifen bezeichnen die Verlaufsstelle der atrophischen Wurzelbündel.

Ich glaube behaupten zu können, dass der Verlauf der drei eben abgehandelten Nervenwurzeln, sowie ihre Beziehung zu ihren betreffenden Kernen ganz sicher feststeht; zweifelhaft bleibt nur, ob überhaupt einzelne, und dann wieviel Wurzelfasern, ohne mit dem Kern sich zu verbinden, zur Raphe verlaufen.[1]) Ob dann solche Fasern zum Kern der anderen Seite (partielle Kreuzung), was das Wahrscheinlichste ist, oder anderswohin gehen, ist natürlich noch problematischer. Jedenfalls sind solche Fasern in der Minderzahl. Ob aber andere Fasern, aus den Zellen der betreffenden Nervenkerne entstehend, zur Raphe verlaufend und sich dort spitzwinklig kreuzend, zum Pes pedunculi und von da zum Grosshirn gelangen (Meynerts Ansicht), gehört noch ganz in das Bereich der Hypothesen. Die Sicherheit der Verfolgung ist durch den isolierten Verlauf der besprochenen Nerven mitten in ganz anders beschaffener Hirnsubstanz, durch die charakteristische Breite und Anordnung ihrer Fasern, deren Axenzylinder sich sehr schön und stark färben, endlich durch eigentümliche Eigenschaften und besondere Gruppierung der Kernzellen gegeben. Ja, ich möchte glauben, dass wenige andere Fasern und Zellgruppen des Hirns und des Rückenmarkes so günstige Bedingungen zur rein anatomischen isolierten Verfolgung bieten, als gerade jene drei.

6. **Bogenfasern der Haube.** Wir müssen jetzt die schon mehrmals angedeuteten und teils beschriebenen Bogenfasern der Haubenregion zusammenfassen. Solche finden sich in der ganzen Höhe der Haube bis zur Gegend der hinteren Kommissur, haben aber wohl sehr verschiedene Bedeutungen und Ursprünge. Die meisten dieser Fasern gehören im grössten Teile ihres Verlaufes zur Formatio reticularis, deren Netz sie bilden helfen. Leider ist ihr Studium von ausserordentlicher Schwierigkeit, und sind fast immer ihre Endigungen resp. Fortsetzungen in anderen Richtungen geradezu unentwirrbar. Bogenfasern der Haube wollen wir mit Ausnahme der Bindearmfasern alle solche Fasern nennen, die, von der Seite herkommend, quer bogenförmig mit dorsaler Konkavität und ventraler Konvexität gegen die zwischen HL und Lamina perforata posterior oder Pons liegende Raphe ziehen, um sich meist dort mit den entsprechenden der anderen Seite zu kreuzen. Dass aber die Bindearmfasern von ihnen nur ganz annäherungsweise zu trennen sind, haben wir bereits auseinandergesetzt. Es liegt auf der Hand, dass viele Längsfasern der Haube durch einfache Umbiegung in Bogenfasern übergehen und somit einer Kreuzung entgegengehen können. Ueber Bogenfasern der Haube gibt fast nur Meynert (Strickers Handbuch) Auf-

[1]) Am wahrscheinlichsten sind solche Fasern beim Trochlearis, am unwahrscheinlichsten bei der äusseren absteigenden Trigeminuswurzel vorhanden.

schluss, und zwar beschreibt er als solche (Seite 751) einen Kreis von Randfasern um das zentrale Höhlengrau des Aquaeductus, lateral von den blasigen Zellen des Quintus. Die Randfasern nennt er Quintusstränge, leitet sie direkt aus den Quintuszellen ab, lässt sie sich ventralwärts fontänenartig entbündeln, dann die Formatio reticularis durchflechtend und medialwärts umbiegend sich in der Raphe kreuzen, um endlich die ventrale Peripherie des RK umgreifend weit lateralwärts zu gehen. Diesseits und jenseits der Kreuzung verbinden sich nach Meynert diese Fasern mit grossen, beim Menschen pigmentierten Nervenzellen, welche einen Zusammenhang zwischen den Ursprüngen motorischer Rückenmarksstränge (Längsfasern der Formatio reticularis) und eben diesen sogenannten Quintussträngen vermitteln sollen. Um unbefangen zu sein, wollen wir diese Fasern (Fig. 23, F H Kr) nicht Quintusstränge, sondern „Fontänenartige Meynertsche Haubenkreuzung“ nennen. Folgendes kann ich über dieselben angeben:

Durch alle Querebenen des oberen Zweihügels sieht man an der äusseren absteigenden Quintuswurzel dicht lateral angelehnt eine Lage von sehr feinen Markfasern (Fig. 23, Tl M Qdg. ant.), welche, das zentrale Höhlengrau des Aquaeductus dorsal begrenzend, dasselbe umgürten, indem sie bogig ventralwärts verlaufen. Diese vom zentralen Höhlengrau scharf abgegrenzte Fasermasse verliert sich allmählich nach aussen zu, indem ihre Züge immer feiner und zerklüfteter werden; dorsal bildet sie in der Mittellinie eine Kreuzung oder vielleicht eine Kommissur. Sie ist nichts anderes als das tiefliegende Mark des oberen Zweihügels. Untersucht man nun die ventrale Hälfte dieser Markmasse in den unteren drei Vierteln des oberen Zweihügels, so findet man, dass in derselben mit dem Erscheinen der blasigen Quintuszellen eine Anzahl breiter zersprengter Markfasern auftauchen, welche, eine mehr mediale Stellung dicht lateral von der Quintuswurzel einnehmend und ventralwärts verlaufend, mit den Quintuszellen sich vermehren, dann fontänenartig in viele sehr kleine Bündel weit auseinandergehend und medialwärts umbeugend durch HL, Formatio reticularis und RK hindurchstreichen, um sich in der Raphe zu kreuzen. Dort angelangt, vermischen sich diese Fasern mit den anderen Kreuzungen der Raphe derart, dass eine weitere Verfolgung nicht möglich ist. Im ganzen jedoch kann man sagen, dass sie sich mehr im dorsalen Teil der Raphe, zwischen RK und HL, kreuzen, indem auch diejenigen, welche am weitesten lateral- und ventralwärts verlaufen, durch elegante Umbeugungen wieder dorsalwärts zur Raphe gelangen. Obwohl etwas feiner als die Fasern der äusseren absteigenden Quintuswurzel, stimmen diese Fasern doch sehr mit denselben überein durch ihre schön gefärbten Axenzylinder und ihren zersprengten gewundenen Verlauf. Oft genug sieht man in Querschnitten Axenzylinder-

fortsätze der blasigen Quintuszellen durch die Kette der Quintuswurzel scheinbar in diese Bündel umbiegen; ja, man sieht ab und zu Quintuszellen mit zwei Fortsätzen (in der Art der Zellen der peripheren Ganglien), die in entgegengesetzter Richtung zu verlaufen scheinen, so dass man gern annehmen möchte, dass der eine in die Quintuswurzel, der andere in die „fontänenartige Kreuzung" geht. Das Bild, das diese fontänenartige Kreuzung darbietet, ist ungemein zierlich und charakteristisch. Der Verlauf und die Anordnung sind dieselben bei allen Tieren, und werden nur beim Menschen durch die massigen Bindearme und Roten Kerne teilweise verdeckt.[1]) Dorsalwärts gehen nun die Fasern der fontänenartigen Kreuzung, wie ersichtlich (Fig. 23, F H Kr), unabgrenzbar in das tiefliegende Mark des oberen Zweihügels über und können nur durch ihr stärkeres Faserkaliber und durch ihren ventralen Verlauf von demselben getrennt werden. Bedenkt man noch, dass aus der Nähe der blasigen Zellen des ganzen übrigen Teiles der absteigenden Quintuswurzel, in der Höhe des unteren Zweihügels und der Hirnklappe, keine Spur mehr von solchen Fasern entspringt, sondern nur im Bereich des oberen Zweihügels, so muss man sehr vorsichtig in der Deutung der eben beschriebenen Kreuzung werden und ihren Ursprung aus den blasigen Zellen, wenn auch so naheliegend, doch nur als wahrscheinlich, nicht als erwiesen betrachten. Was aber die weiteren Behauptungen M e y n e r t s betrifft, dass diese Fasern über die Raphe hinaus weit nach aussen gehen, ferner, dass sie sich mit den in der Tat in dieser Gegend beim Menschen eingestreuten grossen, den Zellen der Substantia nigra ähnlich sehenden Pigmentzellen, und durch Vermittlung derselben mit den motorischen Rückenmarksfasern verbinden, so sehe ich nicht den mindesten Anhaltspunkt, der sie zu stützen im stande wäre, und kann sie somit nur für willkürliche Hypothesen halten. Beim Hunde, Kaninchen etc. sind da auch viele eingestreute Zellen vorhanden, wie überall in der Haube, nur sind sie nie auffallend pigmentiert.

Ventral von der eben abgehandelten Haubenkreuzung, zwischen beiden RK und etwas ventral von denselben, findet sich beim Hunde (Fig. 23 V H Kr), Kaninchen und Maulwurfe eine dichte Kreuzung von Haubenfasern, welche die eben besprochene an Mächtigkeit übertrifft und die beim Menschen (Fig. 5, V H Kr) sich von der Bindearmkreuzung nur ganz unvollkommen trennen lässt. Diese Kreuzung haben wir oben bei der Beschreibung des Bindearmes besprochen; sie ist von keinem Autor meines Wissens unterschieden worden; vielleicht betrachtet sie

[1]) Die Fasern der fontänenartigen Kreuzung sind in unseren Schnittebenen beim Menschen nur als kurze Schrägschnitte sichtbar, und hätten nur in einer M e y n e r t schen Schnittebene auf einer Zeichnung in Naturgrösse angedeutet werden können. Daher sind sie in Fig. 2 oder 3 nicht sichtbar.

Meynert, dann aber mit Unrecht, als einen Teil seiner fontänenartigen Kreuzung. Wir sahen, dass ihre Fasern wahrscheinlich, zum Teil wenigstens, aus den Zellen des RK stammen. Diese Fasern verlaufen aus dem RK medial- und etwas ventralwärts zur Raphe, kreuzen sich mit den entsprechenden der anderen Seite, und gruppieren sich dann, in dichten Bündeln ventral- und lateralwärts verlaufend, zu schrägen Faserdurchschnitten ventral vom RK der andern Seite (Z Fig. 23). Weiter kann ich sie nicht verfolgen. Sie können von da aus zu Längsfasern der Formatio reticularis werden oder zerstreut in die Haubenzellen übergehen oder irgend einen unbekannten Weg nehmen.

Die eben besprochene ventrale Haubenkreuzung hört nach obenhin etwa in den Querebenen des oberen Viertels des oberen Zweihügels auf. Nach unten zu geht sie unabgrenzbar in zerstreute Fibrae arcuatae der Formatio reticularis der Haube über. Solche letztere lassen sich in der ganzen Höhe des unteren Zweihügels mehr oder weniger zahlreich finden und gehen ihrerseits nach unten zu unabgrenzbar in die Bogenfasern der Oblongata über. Diese Fibrae arcuatae sind am schönsten bei niederen Säugetieren ausgeprägt. Sie biegen immer, von der Raphe ausgehend, mehr oder weniger dorsalwärts um, so dass sie bald in das tiefliegende Vierhügelmark, bald in die untere Schleife resp. ins Ganglion des unteren Zweihügels überzugehen scheinen. Meist doch sind sie nur eine Strecke weit in der Haube zu verfolgen. Oberhalb der grossen ventralen Haubenkreuzung, in den oberen Querebenen des RK und bis zum Meynertschen Bündel, findet man noch beim Hunde, Kaninchen, Maulwurfe und dergl. vereinzelte feine mehr oder weniger bogenförmige oder schräge Fasern und Faserzüge der Haube von sehr unbestimmter Richtung.

Im Anschluss an diese Fasern muss ich zuerst noch Faserzüge erwähnen, die in den Querebenen der unteren Hälfte des unteren Zweihügels sowohl beim Menschen als beim Hunde, beim Kaninchen, und besonders schön beim Maulwurfe direkt parallel der Raphe auf beiden Seiten aus dem HL bis zum medialen Teil der Schleifenschicht verlaufen. Genaueres kann ich über diese Fasern nicht angeben. In Fig. 1 sind nur vereinzelte von ihnen ohne Bezeichnung angedeutet; ebenso im Sagittalschnitt: Fig. 27.

Endlich sieht man beim Hunde mitten in der Fasermasse der unteren Schleife, in den Querebenen dicht unterhalb des unteren Zweihügels, eine Anzahl kompakter und scharf konturierter Schrägschnitte ventral vom Bindearm liegen. Dieselben rücken in weiter oben gelegenen Ebenen medial- und ventralwärts, bis sie, in den untersten Querebenen des oberen Zweihügels angelangt, sich nahe an der Raphe befinden und dort mit anderen Haubenfasern, sowie mit der lateral- und dorsal-

wärts strebenden Schleifenschicht sich derart verweben, dass eine weitere Verfolgung unmöglich wird. Wahrscheinlich nehmen diese Bündel an den beschriebenen ventralen Haubenkreuzungen teil.

7. **Zentrales Höhlengrau.** Die von Luys (a. a. O.) *Substance grise centrale*, von Meynert zentrales Höhlengrau des IV. Ventrikels resp. des Aquaeductus und des III. Ventrikels genannten Anhäufungen grauer Substanz sind von Meynert (Stricker) und von mir (a. a. O.), was ihre Begrenzung und ihre Uebergänge in die umgebenden Ganglienmassen bei den Säugetieren betrifft, beschrieben worden; ich will hier keine Wiederholung dieser Beschreibungen geben. Nur im allgemeinen sei daran erinnert, dass das zentrale Höhlengrau des Aquaeductus nach oben zu in das des III. Ventrikels übergeht, und dass, je weiter man in der Säugetierreihe hinabsteigt, desto stärker entwickelt das zentrale Höhlengrau überhaupt im Verhältnis zur Substanz der Hirnganglien und der Rinde, desto schwieriger zugleich seine Begrenzung von den ebengenannten Massen grauer Substanz wird. Die Scheidung den grauen Substanz in Kategorien, in Kerne u. s. f. wird immer schwieriger und undeutlicher, je einfacher und unentwickelter die Gehirne sind.

Nur auf einige Elemente des zentralen Höhlengraues wollen wir etwas näher eingehen. Bei niederen Säugetieren enthält überhaupt diese Substanz auffallend viele Zellen und Kerne. Darunter sind ausser den als Ursprungskernen der Hirnnerven bekannten Zellengruppen viele verschieden grosse, durch Karmin leicht imbibierbare, zerstreute, multipolare Ganglienzellen vorhanden, deren kleinste kaum mehr von Körnern der Neuroglia sich unterscheiden lassen und an verschiedenen Stellen mehr oder weniger deutlich begrenzte Anhäufungen, besonders um den III. Ventrikel herum, bilden. Einige solche Anhäufungen sind von Meynert und von mir angedeutet worden; ich komme nicht wieder darauf zurück. Beim Zerzupfen finde ich im zentralen Höhlengrau des III. Ventrikels eines Maulwurfes, nach 24stündigem Liegen in sehr verdünnter Chromsäurelösung, multipolare pyramidenförmige Ganglienzellen, welche ganz genau den von Meynert[1]) und Obersteiner[2]) beschriebenen und abgebildeten eckigen, langgezogenen, stark lichtbrechenden, der Zelle in seiner Form angepassten Kern mit undeutlichem Kernkörper und breitem, etwas verwaschenem Rand besitzen. Es befinden sich aber daneben viele andere ebenfalls pyramidenförmige Nervenzellen mit rundlichem, scharf konturiertem Kern und schönem Kernkörper, wie solche überall im Gehirn gewöhnlich

---

[1]) Vierteljahrschrift für Psychiatrie. 1. Jahrgang.

[2]) Sitzber. der K. Akad. d. Wissensch. in Wien. Band LXI. Januar 1870.

vorkommen, und durchaus nicht — wie Meynert (a. a. O.) will — als etwas Pathologisches zu betrachten sind. Obersteiner fand ebenfalls diese beiden Zellenarten im Ammonshorn nebeneinander, und ich möchte mich entschieden seiner zwar nicht völlig ausgesprochenen Ansicht anschliessen, dass hier zwei verschiedene normale Formen von Zellen vorliegen. Dass die Zellen mit eckigem Kern sich auch bei Zupfpräparaten neben anderen mit rundem Kern zeigen, beweist wohl, dass keine künstliche Kernschrumpfung oder kein sonstiges Kunstprodukt vorliegt.

Ferner findet man im zentralen Höhlengrau des III. Ventrikels, aber auch in den anderen Abteilungen des zentralen Höhlengraues, in den tiefen Schichten der Gehirnrinde, und sogar zerstreuter und unansehnlicher, meist kaum erkennbar, in fast allen Teilen der grauen Substanz des zentralen Nervensystems aller Säugetiere, auch des Menschen, am schönsten jedoch bei den Nagern ausgeprägt, sehr eigentümliche Elemente, auf welche wir näher eingehen müssen. Dieselben, in ihrer charakteristischen schönen Form an Schnittpräparaten (Fig. 24), sehen aus wie helle Blasen von der Grösse starker Ganglienzellen. Jede solche Blase wird von einem scharfen Rand umgeben, in welchem oft langgezogene, gebogene, gegen die Blase zu konkave Kerne (a, Fig. 24) liegen, die ganz auffallend den Kernen der Kapillargefässe, des Neurilemms, des Sarcolemms etc. ähnlich sehen. In der Blase liegt ein grosser runder Kern (b) (seltener liegen zwei oder mehrere) mit deutlicher Kernmembran und schönem, grossem, immer allein stehendem Kernkörper, ganz wie in einer typischen grossen Ganglienzelle. Um diesen Kern herum ist eine mehr oder weniger grosse, ganz unregelmässige Anhäufung körnigen Protoplasmas (d) vorhanden, welche fast nie die ganze Blase ausfüllt und sich nur sehr blass-rosa mit Karmin färbt. Der übrige Teil der Blase (f) muss mit einer hellen Flüssigkeit gefüllt sein. Isolieren lässt sich die Blase nicht. Wird sie gezerrt, so bleibt ihre Umhüllung mitsamt den Kernen derselben an der Grundsubstanz oder Neuroglia (e) hängen (bei d sichtbar), während der Kern der Blase sich, von etwas unförmlichem Protoplasma umhüllt, isolieren lässt. Sowohl in diesen Blasen als um dieselben sieht man oft vereinzelte Körner (c, c') liegen. Fortsätze habe ich an den Blasen nie gesehen, und von geformten Fortsätzen an dem um die isolierten Kerne bleibenden formlosen Protoplasma kann keine Rede sein. An Präparaten, die 24 Stunden in sehr verdünnter Chromsäure gelegen sind, sieht man, wenn man die Blasen nicht ganz isoliert, sondern in etwas Grundsubstanz lässt, ungefähr dasselbe, nur undeutlicher; wird die Blase berührt, so zerreisst sie, und der Kern wird, von etwas Protoplasma umgeben, isoliert. Typisch schön und massenhaft nebeneinander liegend finde ich diese Blasen fast nur im zentralen

Höhlengrau und in der Hirnrinde der Nager, wo sie konstant vorkommen, ganz gleich, in welcher Weise das Gehirn gehärtet oder präpariert wird, sowohl bei von Anfang an in Alkohol gelegten Hirnen, als bei Schnitten, die noch nie mit Alkohol in Berührung kamen. Untersucht man andere Hirnteile und andere Säugetiere, so findet man diese Blasen in immer weniger charakteristischer Form. Vor allem werden sie kleiner, und ebenso ihr Kern; dann kann letzterer immer ähnlicher einem „Korn“ werden, indem er kleiner wird, und sein Kernkörper von den Körnchen des Kerninhaltes immer weniger unterscheidbar[1]) erscheint; endlich kann das Ganze zu dem Bild eines einfachen, von einer kleinen Lücke umgebenen Kornes herabsinken. Anderseits kann aber das Protoplasma bedeutender werden, eine schärfere Begrenzung erhalten, und so kann schliesslich das Bild einer Ganglienzelle entstehen. Uebergänge beider Arten lassen sich ohne viele Mühe finden. Welche Ansichten herrschen nun über diese Blasen oder Lücken?

Vor allem muss Henle zitiert werden, der diese Gebilde ganz zweifellos aus dem Linsenkern, dem Nucleus caudatus und dem Corpus geniculatum externum des Menschen beschreibt und abbildet (a. a. O., Seite 260, Fig. 189). Er sieht ebenfalls die eben beschriebenen beiden Formen von Uebergängen, und betrachtet diese Gebilde als junge, in der Bildung begriffene Ganglienzellen, wie er überhaupt die Nervenzellen aus den Körnern ableitet. Nur sind die Henleschen Gebilde, die ich im menschlichen Gehirn auch sehe, bei weitem nicht so schön und so charakteristisch als die Blasen der Nager. Auch fehlen die länglichen konkaven Randkerne in Henles Figur.

Zweitens muss eine Arbeit Hubrichs[2]) erwähnt werden. Verfasser sieht nach Einlegen frischer Menschenhirnrinde in Wasser und darauf folgender Anfertigung von Schnitten massenhafte Blasen sich bilden, die sehr selten einen Fortsatz zeigen, meist aber in der Mitte einen Kern ohne deutlichen Kernkörper (also ein Korn) enthalten. Diese Gebilde entstehen nach Hubrich durch Quellung; es ist Wasser, das um die Kerne herum dringt und diese Blasen bildet. Nach ihm sind solche Blasen an frischen, ohne Wasser untersuchten Gehirnen, sowie bei Anwendung von gewissen Reagentien (Kochsalzlösung zu 7%) statt Wasser nicht sichtbar; sie sind durch Zupfen nicht zu isolieren. Ich

---

[1]) Es kann übrigens hier nicht unerwähnt bleiben, dass Dr. Ernst Hermann in seiner ausgezeichneten Arbeit über das Nervensystem des Blutegels (München 1875, bei Ernst Stahl) nachgewiesen hat, dass das sogenannte Kernkörperchen des Ganglienzellenkernes nicht im Kern liegt, sondern eine Verdickung der Kernmembran ist. Er gibt übrigens an, dass Leydig (Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, 1849) ähnliche Beobachtungen schon gemacht hatte.

[2]) Zeitschrift für Biologie, Band II, Seite 391, Taf. 6.

habe nach H u b r i c h s Vorschrift[1]) Schnitte gemacht und auch dieselben Gebilde gesehen. Seine Ansicht über ihre Entstehung scheint mir auch die richtige zu sein. Doch kann dadurch das Vorkommen zum Teil ähnlich aussehender Blasen an in Alkohol gehärteten Präparaten nicht erklärt werden. Ferner sind diese nach Wassereinwirkung entstehenden Blasen von den von mir vorhin beschriebenen verschieden: ihr Kern ist anders beschaffen, kleiner, und fehlt sehr oft ganz; das Protoplasma fehlt fast ganz, sowie die Randkerne.

B u h l[2]) sieht ähnliche Gebilde in der Rinde bei Meningitis und meint, es seien hydropisch aufgetriebene Ganglienzellen, was er später mit obiger Ansicht H u b r i c h s zusammenreimen will. Er lässt das Protoplasma der Ganglienzellen hydropisch aufquellen und sich dann in Körner auflösen.

O b e r s t e i n e r (a. a. O.) findet an Schnittpräparaten um die Ganglienzellen herum Räume, die er für pericelluläre Lymphräume ansieht, die sich mit den perivasculären Räumen verbinden sollen, und die er sogar vom pericerebralen Lymphraum aus injizieren kann. Seine Fig. 5 erinnert an unsere Gebilde.

M e y n e r t (Vierteljahresschrift für Psychiatrie) spricht auch von hydropischen Ganglienzellen bei Geisteskranken und bildet sie ab. Es sind aber dies ganz andere Bilder; die Form der Zelle ist ganz deutlich erhalten mit allen Fortsätzen; M e y n e r t zeichnet seine hydropischen Ganglienzellen mit einer förmlichen aufgetriebenen Zellenmembran, ein mir unerklärliches Bild, da die Ganglienzellen des Hirns keine Membran besitzen. Bei L e i d e s d o r f[3]) wird von hellen, stark lichtbrechenden Blasen im Hirn Geisteskranker gesprochen, jedoch sollen dieselben Amyloidkugeln ähnlich und ohne Kern sein.

B o l l (a. a. O.) erklärt alle diese sogenannten Lymphräume für Kunstprodukte, für durch die Präparation um die Zellen und Gefässe herum entstandene Retraktionslücken, sowohl die von O b e r s t e i n e r, als die von H e n l e beschriebenen; er erkennt nur adventitielle (d. h. subadventitielle) Lymphräume an.

Kein Autor hat meines Wissens das konstante massenhafte Vorkommen dieser so exquisiten Gebilde in bestimmten Regionen des normalen Hirns der Nager hervorgehoben, und doch haben keine von den bisher beschriebenen blasigen Gebilden so prägnante Eigenschaften. Dass diese Gebilde durch Quellung oder Retraktion entstehen, ist mir

[1]) Direktor H u b r i c h war so freundlich, mir brieflich nähere Auskunft darüber zu erteilen, wofür ich ihm hier meinen Dank ausspreche.

[2]) H e c k e r s Klinik für Geburtskunde, 1861, Seite 283; Zeitschrift für Biologie, Band II, Seite 396.

[3]) Lehrbuch der psychischen Krankheiten, 1865, Seite 262.

ganz unwahrscheinlich, weil sie bei den verschiedensten Behandlungsweisen des Hirns sichtbar sind, weil solche künstliche Retraktions- oder Quellungslücken in gleicher Weise immer auch aus den pericellulären Räumen um die Ganglienzellen herum sich bilden müssten, was nicht der Fall ist,[1]) weil endlich eine so auffallende Verteilung und starke Ausbildung dieser Blasen in bestimmten Hirnregionen gewisser Tiere, sowie das Vorhandensein eines nur unförmlichen Protoplasmahäufchens um gewisse Ganglienzellenkerne herum bei völlig guter Erhaltung der anderen Ganglienzellen in dieser Weise rein unerklärlich ist. Solche Blasen überhaupt als pathologisch zu betrachten, ist unstatthaft, da sie bei normalen Tieren regelmässig vorkommen. In der Tat jedoch befinden sich im Gehirn paralytischer Geisteskranker, in der grauen Substanz, eine auffallende Masse ähnlicher, aber etwas unregelmässigerer kleinerer Blasen, die meist ein Korn als Kern enthalten, und welche hier vielleicht wirkliche, mit Flüssigkeit gefüllte Retraktionslücken, resp. erweiterte pericelluläre Räume sein dürften.[2]) Ich möchte mir über die Natur dieser Gebilde kein bestimmtes Urteil erlauben, und nicht einmal für die jedenfalls sinnreichste Henle sche Hypothese eintreten. Andere Befähigtere mögen es tun. Es sei nur bemerkt, dass der Kern der grossen Blasen der Nager dieselben den Ganglienzellen anreihen lassen würde, während ihre anderen Eigenschaften gar nicht damit stimmen, und ferner, dass im Gehirn gewisse Ganglienzellen vorkommen, deren zartes Protoplasma sich nur sehr schwach mit Karmin färbt. Die Existenz pericellulärer Räume überhaupt ist durch das Vorhandensein von Körnern in denselben (Obersteiner a. a. O., Henle a. a. O. Fig., Lubimoff[3]), Popoff[4]) u. a.) bewiesen, so dass die Ansicht von Boll wohl nicht haltbar ist. Es kann ja am Ende auch im normalen lebenden Zustand die Lücke durch die Zelle ausgefüllt werden, so dass das Zellenprotoplasma dicht an die äussere Wand des pericellulären Raumes anliegt. Je mehr durch Härtung u. dergl. Retraktion des Gewebes erfolgt, desto grösser können die pericellulären Räume sich zeigen. Darin liegt aber kein Beweis, dass sie beim Lebenden nicht vorhanden sind; im Gegenteil.

---

[1]) In einigermassen sorgfältig gehärteten Präparaten sieht man meist gar keine Lücken um die Ganglienzellen herum, ausser in gewissen Hirnprovinzen.

[2]) Diese Blasen sieht man schon ohne Tinktion und Aufhellung an Schnitten, die man von in doppeltchromsaurem Kali gehärteten Hirnen spät verstorbener Paralytiker anfertigt, während ganz gleich oder noch stärker gehärtete Gehirne anderer Geisteskranken nur spärliche, unansehnliche ähnliche Gebilde zeigen.

[3]) Virchows Archiv, Band LVII. Studien über die Veränderungen etc.

[4]) Virchows Archiv, Band LXII. Ueber Veränderungen im Gehirn etc., 1875.

8. **Aquaeductus Sylvii und III. Ventrikel.** Gute Beschreibungen des Aquaeductus Sylvii und des III. Ventrikels, sowie ihres Ependyms gibt es zur Genüge. Ebenso wollen wir die Bindegewebsfrage betreffs grauer und weisser Hirnsubstanz unberührt lassen, und den Leser auf die Arbeiten von Kölliker, Henle, Deiters, Gerlach, Max Schulze, Boll, Ranvier etc. und zuletzt von Löwe in diesem Bande (Heft 1) dieses Archivs verweisen.

9. **Raphe.** Die Raphe ist die zwischen hinterem Längsbündel und Lamina perforata posterior eigentümlich verbreiterte und an manchen Stellen scharf begrenzte mediale Scheidewand. Sie enthält, ausser den erwähnten Kreuzungen, sog. Fibrae rectae, die sich auch kreuzen, aber nur spitzwinklig. Meynert hält solche Fibrae rectae für Verbindungen der Nervenkerne mit dem Hirnschenkelfuss und durch ihn mit der Hirnrinde. In der Tat sind in den Gegenden, wo Nervenkerne sich befinden, auffallend viele solche Fibrae rectae vorhanden. So vieles aber diese Ansicht für sich haben mag, so ist sie doch immer nur noch eine Hypothese. Dass darunter auch, und zwar noch viel eher, der vorderen Rückenmarkskommissur entsprechende Fasern sich befinden können, haben wir gesehen und werden wir noch besprechen. Ferner enthält die Raphe viel Bindegewebe, und, besonders bei kleinen Säugern, viele kleine Zellen.

10. **Vierhügelganglien mit ihren Armen und ihrem sonstigen Mark. Hintere Kommissur. Opticus.** Die sogenannten Vierhügelganglien wurden von den älteren Autoren (vide Burdach) nur undeutlich erkannt. Unter Vierhügel wurden meist nur die vier äusseren Erhabenheiten begriffen. Burdach, Arnold, Stilling, Henle, Meynert unterscheiden aber die grauen gangliösen Massen, die die vier Erhabenheiten bedingen. Meynert bezeichnet das vermeintliche Ganglion des oberen Zweihügels als plan-konvexe, das Ganglion des unteren Zweihügels als bikonvexe Linse. Schon die älteren Autoren, u. a. Leuret,[1]) hatten bemerkt, dass bei Säugetieren der obere Zweihügel an der Oberfläche grau, der untere dagegen weiss ist, wogegen beim Menschen beide fast gleich weiss sind. Jedoch fand Meynert beim Menschen (Strickers Handbuch, Seite 744) an der äussersten Lage beider Vierhügel eine reichliche Einstreuung von Nervenzellen. Eine gelbliche Farbe des oberen Hügels allein ist de facto auch beim frischen Menschenhirne zu sehen.

Die Lageverhältnisse der Vierhügel zu den Corpora geniculata, zum Opticus und zu den Hemisphären sind beim Menschen und bei

---

[1]) Anatomie comparée du système nerveux par Leuret et Gratiolet; Tome I par Leuret. 1839. p. 409.

den höheren Affen ganz verschieden von jenen bei anderen Säugern. Daher war eine grosse Konfusion in der Deutung der Teile entstanden. In meiner früheren Arbeit (a. a. O.) habe ich versucht, diese Verhältnisse klar zu stellen, und habe dabei die Ansichten der früheren Autoren erwähnt. Um mich nun möglichst wenig zu wiederholen, verweise ich hier auf genannte Arbeit und begnüge mich, einige Ergänzungen zu geben. Es ist inzwischen eine Arbeit von Prof. Huguenin[1]) erschienen, die im folgenden mehrfach erwähnt wird. Huguenin hält immer noch an der total irrigen Meynertschen Ansicht der Beziehungen des Corpus geniculatum internum und des unteren Zweihügels zum Opticus fest, liefert sogar Beschreibungen und schematische Figuren (vom Pferd), die diese Ansicht zur feststehenden Tatsache erheben sollen (Seite 344). Näheres darüber folgt weiter unten.

Es sei gleich vorausgesagt, dass wir die Meynertsche Ansicht (Strickers Handbuch), als wären beide Zweihügelpaare gleichartig in ihrem Bau und in ihren Verbindungen, ganz fallen lassen, und unteres und sogenanntes oberes Zweihügelganglion als zwei ganz verschiedenartige Gebilde auffassen müssen. Die Beweise dafür werden sich in der Folge ergeben.

Das Ganglion des unteren Zweihügels ist, wie Meynert ganz richtig sagt, bikonvex oder ellipsoid, und ist ziemlich scharf begrenzt. Bei niederen Tieren ist es von oben nach unten komprimiert, mehr in die Breite gezogen, wogegen es beim Menschen mehr rundlich erscheint; sonst ist es bei allen von mir untersuchten Säugetieren ganz gleichartig gebaut. Bei den Vögeln scheint es ganz zu fehlen. Seine Verbindung mit der unteren Schleife haben wir gesehen. An der Oberfläche ist es sowohl beim Menschen als bei anderen Säugetieren von einer dünnen weissen Marklage bedeckt. Das Ganglion enthält unregelmässig zerstreute multipolare Ganglienzellen aller Kaliber bis zu den allerkleinsten. Anscheinend aus der lateralen Oberfläche seiner Markkapsel sieht man beim Menschen bei äusserer Besichtigung sich drei breite, ventralwärts ziehende Markstränge entwickeln: der untere ist flacher, breitet sich dreieckig ab- und ventralwärts aus, geht auch ab- und

[1]) Dieses Archiv, Band V, 1875; Seite 189 und 341. Professor Huguenin erwähnt zwar anerkennend meine Arbeit, vergisst dennoch etwas später, dass ich (a. a. O., Sep., Seite 8) die Verhältnisse der direkten Opticusfasern zum oberen Zweihügel beim Menschen und beim Macacus (Affe), wie er sie als „bisher gar nicht bekannt“ angibt, auch schon (allerdings kürzer und vorsichtiger) erwähnt habe. Es finden sich aber ferner in seinen Angaben, die er selbst „Schema der Verzweigung des Tractus opticus“ nennt, so viele Behauptungen ohne Beweis, dass man nicht recht weiss, was man davon zu halten hat. Eine Anzahl derselben können wir daher hier übergehen. Dass seine Figuren schematisch sind, gibt er selbst an.

dorsalwärts in die Oberfläche des Marksegels über und ist von dem mittleren durch eine deutliche Rinne getrennt; der mittlere verläuft direkt ventralwärts gegen den Pes pedunculi, unter welchem er verschwindet; der obere Markstrang ist kleiner, springt aber stärker halbzylindrisch hervor, von zwei tiefen Rinnen begrenzt, verläuft auf- und ventralwärts, und verschwindet unter dem Corpus geniculatum internum. Dieser obere Markstrang ist der sogenannte Arm des unteren Zweihügels, während beide andere zusammen die Schleife der alten Autoren (siehe oben) bilden. Die äusserliche Trennung der beiden unteren Markstränge voneinander durch eine Rinne ist bloss beim Menschen vorhanden und hat wohl keine Bedeutung, denn es entspricht ihr kein unterscheidbar gesonderter Faserverlauf bei Berücksichtigung der Querschnitte. Ich verweise übrigens auf das über die Schleifen Gesagte. Anders verhält es sich mit dem Arm des unteren Zweihügels, welcher bei niederen Säugetieren sehr deutlich und mächtig ist, sogar allein die ganze Schleife an äusserem Umfang übertrifft.

Nach Henle stammen höchstwahrscheinlich die Fasern, aus welchen der Arm des unteren Zweihügels beim Menschen besteht, und welche den makroskopischen Verlauf des Bündels nach oben und ventralwärts, soweit erkennbar, einhalten, direkt aus dem Ganglion des unteren Zweihügels selbst, ohne sich zu kreuzen. Nach Meynerts Figuren (Stricker; die Beschreibung ist unklar) sollen sich die Arme nach unten zu in der Mittellinie kreuzen und dann mittelbar durch das Ganglion in die Schleife übergehen, wogegen Henle die Schleifen sich unter dem Ganglion kreuzen lässt. Ich kann, offen gestanden, darüber nichts Sicheres angeben. Zwischen beiden Ganglien des unteren Zweihügels sind in der Tat dorsal vom Aquaeductus zahlreiche Faserkreuzungen oder Kommissuren vorhanden; über das Wohin und das Woher dieser höchst feinen, sich lateral zerstreuenden Fasern etwas Bestimmtes sagen zu wollen, scheint mir jedoch unmöglich. Es können solche Fasern aus der grauen Substanz der beiden Ganglien, aus den Armen derselben (durch das oberflächliche Marklager), aus der Schleife und aus der Haube (durch das tiefliegende, das Ganglion ventral begrenzende Mark) stammen; die meisten scheinen jedoch in die Substanz der Ganglien sich zu verlieren. Jedenfalls kreuzt sich nicht der Vierhügelarm als ganzer Strang, ebensowenig als die Schleife (vergl. Meynert, Strickers Handbuch, Fig. 250). Verbindungsfasern zwischen beiden Ganglien sind wahrscheinlich auch in diesen Querfaserzügen der Mittellinie vorhanden. Die regelmässige Anordnung des Markes, die wir am oberen Zweihügel treffen, fehlt am unteren also ganz. Für das Studium dieser Verhältnisse bildet das menschliche Gehirn ein sehr ungünstiges Objekt wegen der Kleinheit des Ganglions und der

Masse der verfilzten Fasern. Beim Hunde sehen wir, dass der durch den mächtigen Arm des unteren Zweihügels im Querschnitt bedingte Höcker grossenteils aus grauer Substanz besteht, dass aber darin ein schlecht begrenztes Faserbündel verläuft, das dem rein markigen Arm des Menschen (Fig. 2, Br. Qdg. post.) entspricht. Dieses Bündel scheint wirklich aus dem Ganglion des unteren Zweihügels derselben Seite zu entspringen, resp. nach unten zu darin sich zu zerstreuen. Verfolgt man nun die Hauptmasse des Bündels an Schnitten nach oben zu so gut als es geht, so sieht man dieselbe beim Menschen wie beim Hunde und beim Kaninchen medial vom Corpus geniculatum internum in der Tiefe eingesenkt (Fig. 23, Br. Qdg. post.) die einzige Grenze zwischen diesem Ganglion und der Haube bilden, immer diffuser werden und, wie es scheint, grösstenteils in die Substanz des Corpus geniculatum internum sich verlieren, ausserdem aber sich derart mit Fasern der oberen Schleife und mit sonstigen Haubenfasern verweben, dass eine weitere Verfolgung unmöglich wird. In Fig. 4 wird mit Br. Qdg. post. + oberer Schleife eine diffuse Fasermasse bezeichnet, welche vielleicht noch Fasern der beiden betreffenden Gebilde enthält und zwischen Thalamus und Pes pedunculi liegt. Meynert (Strickers Handbuch) und Huguenin (dieses Archiv, Band V, Seite 341) nehmen an, dass der Arm des unteren Zweihügels teilweise in das Corpus geniculatum internum, teilweise in die Hemisphäre, teilweise durch das erstere direkt in den Tractus opticus übergeht. Ich betone, dass Fasern aus dem Arm des unteren Zweihügels über die Region der Haube und des Corpus geniculatum internum hinaus nur hypothetisch verfolgbar sind, und kann Henle durchaus nicht beistimmen, der den ganzen Arm sich der „Basis des Grosshirnschenkels (Pes pedunculi)“ zugesellen lässt. Es ist mir nicht begreiflich, wie Meynert diese Fasern bis in die Rinde des Hinterhauptlappens verfolgen und sogar diesen Verlauf abbilden kann (Strickers Handbuch, Fig. 243). Ebenso unbegreiflich ist es mir, wie Meynert (ibid., Fig. 249) und Huguenin (a. a. O., Fig. 3), wenn auch schematisch, scharf abgerundete Abteilungen des Arms des unteren Zweihügels mit scharf begrenzten Querschnitten und bestimmter Richtung zeichnen können. Aus den Experimenten von Gudden[1]) geht ganz klar hervor, dass nach Exstirpation der Augen des jungen Tieres sowohl unterer Zweihügel als Arm desselben und Corpus geniculatum internum ganz intakt bleiben, während oberer Zweihügel,[2]) Corpus geniculatum externum und hinterer Teil des Thalamus atrophisch werden. Dass beim

---

[1]) Dieses Archiv, Band II, Heft 3, und: v. Gräfes Archiv für Ophthalmologie, XX, 2, und XXI, 3.

[2]) Wohl nur Rindenschicht und oberflächliches Mark desselben (siehe unten).

Maulwurf genau dasselbe, sozusagen durch Naturexperiment, vorliegt, indem dieselben Teile atrophisch sind, während Corpus geniculatum internum und unterer Zweihügel sehr schön und stark entwickelt sind, haben teils G u d d e n (dieses Archiv a. a. O.), teils ich (a. a. O.) gezeigt. Wie trotz alledem H u g u e n i n (dieses Archiv, a. a. O.) die Verbindungen des Corpus geniculatum internum und des unteren Zweihügels mit dem Opticus nach M e y n e r t s Anschauungen festhält und nicht einmal dabei die eben erwähnten Experimente anführt, kann wohl auffallend erscheinen. Nach M e y n e r t (und H u g u e n i n) gesellen sich Opticusfasern, die durch das Corpus geniculatum internum durchstreifen sollen, den Armen des oberen und unteren Zweihügels zu, um zu den betreffenden Zweihügelganglien zu gelangen. Trotz wiederholter Durchmusterung unserer Schnittreihen des Menschen und verschiedener Säugetiere habe ich diese Angabe nie bestätigen können. Uebrigens ist Fig. 249 von M e y n e r t (S t r i c k e r s Handbuch) nichts weniger als beweisend. Dagegen scheinen eine ganz bedeutende Anzahl Fasern des Arms vom unteren Zweihügel sich in das Corpus geniculatum internum selbst zu verlieren. Dieses letztere Ganglion hat überdies eine Markkapsel, die vielleicht zum Teil aus den Fasern der Commissura inferior von G u d d e n (scheinbarer Teil des Tractus opticus) besteht. Es genügt übrigens, meiner Ansicht nach, die Untersuchung des Maulwurfshirnes mit seinen grossen, prächtig entwickelten Ganglien des unteren Zweihügels und Corpus geniculatum internum einerseits, mit seinem ganz verkümmerten Corpus geniculatum externum und oberflächlichen Schichten des oberen Zweihügels anderseits, um diese Streitfrage der Opticuscentra mit Sicherheit zu entscheiden, wenn man die Verhältnisse derselben Ganglien bei den Säugetieren mit entwickelten Augen kennt.

Das sogenannte obere Zweihügelganglion muss, um verstanden zu werden, zuerst bei niederen Säugetieren studiert werden. Es ist beim Hunde und Kaninchen durchaus kein scharf begrenztes Ganglion wie das des unteren Zweihügels. Sein medialer Teil erhält zwar ventral einen deutlichen Rand durch das oben beschriebene, scharf gegen das zentrale Höhlengrau des Aquaeductus abgegrenzte tiefliegende Mark des oberen Zweihügels mit der äusseren absteigenden Quintuswurzel; sein lateraler Teil geht aber ventralwärts unabgrenzbar in die graue Substanz der Haube und in die des Corpus geniculatum internum über. In der Mittellinie fliessen beide Ganglien zusammen. Da der Sagittalschnitt, Fig. 27, noch relativ medial liegt, so ist darin das obere Zweihügelganglion ventral noch scharf konkav abgegrenzt. Das Grau des oberen Zweihügels, das also kein abgegrenztes Ganglion bildet, ist dagegen deutlich, obwohl nur zum Teil scharf geschichtet, was am schönsten

bei Nagern sichtbar ist. Wenn wir von der dorsalen Oberfläche ausgehen, so finden wir zuerst die allein scharf abgegrenzte, oben erwähnte, bei den Tieren mächtige Schicht grauer Substanz (Fig. 23 und 27 R Qdg. ant.), welche, wie eine runde, glatte Kappe aufliegend, dem oberen Hügel sein charakteristisches Aussehen gibt. Diese graue *Rinde* des oberen Zweihügels, wie wir diese Schicht nennen wollen, enthält viele verästelte Nervenzellen der verschiedensten Kaliber. Ein genaues Studium derselben bei den verschiedenen Wirbeltierklassen und ein Vergleich ihrer Struktur und ihrer Elemente mit denjenigen anderer Nervenkerne und der Grosshirnrinde wäre sehr interessant, da bei Vögeln, Fischen etc. ganz auffallende Verhältnisse hier vorkommen. Der Rinde folgt ventral eine Schicht gemischter Substanz (Fig. 23 und 27 To Qdg. ant.), welche eine deutliche sagittal gerichtete Faserung enthält. Diese Fasern stammen von oben und lateral her, wo sie, immer kompakter zusammenfliessend, am oberen lateralen Ende der grauen Rinde frei an der Oberfläche zu Tage treten; nach unten zu zerstreuen und verlieren sie sich immer mehr, indem sie in der Rinde zu endigen scheinen. Sie entsprechen dem sogenannten oberflächlichen Mark des oberen Zweihügels des Menschen, das lateralwärts in den sogenannten Arm des oberen Zweihügels übergeht. Ventral von diesen sagittalen Faserzügen folgt wieder reinere graue Substanz (Fig. 23 und 27, Tl G Qdg. ant.), und diese ist es, welche lateralwärts unabgrenzbar in diejenige der Haube übergeht. Bei nicht zu weit von der Mittellinie entfernten Sagittalschnitten (Fig. 27) sieht man in dieser grauen Substanz vereinzelte Quer- und Schrägschnitte von Fasern, welche ventralwärts immer zunehmen, bis sie eine ziemlich dichte Lage bilden, die dann plötzlich gegen das zentrale Höhlengrau des Aquaeductus wie abgeschnitten aufhört. Diese Fasern sind sehr fein und bilden das schon oben besprochene tiefliegende Mark des oberen Zweihügels (Fig. 23 und 27 Tl M Qdg. ant.). Dasselbe kreuzt sich, wie wir sahen, in der Medianebene oder bildet vielleicht daselbst eine Kommissur; ich kann darüber nicht entscheiden. H e n l e und M e y n e r t nehmen hier dieselben Verhältnisse wie beim unteren Zweihügel an, was ich für nicht nachweisbar erachte. Lateral biegen die Fasern dieses Marks ventralwärts um gegen die Haube, wo sie sich, obwohl zum Teil bis in die Gegend des Arms des unteren Zweihügels und der oberen Schleife (Fig. 23) verfolgbar, ganz zerstreuen und verlieren, so dass ich ihre weitere Verfolgung für nicht möglich halte. Dass sie sich hier mit Zellen verbinden oder vereinzelt in die Schleifen, Haubenkreuzungen etc. übergehen können, ist leicht denkbar, und es gibt Bilder genug, die dafür zu sprechen scheinen (vergl. Fig. 23). M e y n e r t behauptet (S t r i c k e r s Handbuch, Seite 749), dass das tiefliegende Mark des Vierhügels von „radiären (bezw. dorsal-ventral

verlaufenden) Fibrillen" durchbrochen wird, welche, durch spindelförmige Zellen unterbrochen, eine Verbindung des Ursprunges der Augennerven (Vierhügelganglien nach Meynert) mit dem Ursprung der Augenmuskelnerven (Kerne des Oculomotorius und Trochlearis) darstellen. Solche Fibrillen habe ich nicht gesehen oder höchstens vereinzelt verlaufende feine Nervenfasern, die man bei recht gutem Willen als solche vermutungsweise deuten könnte; noch weniger aber sah ich die eingeschalteten Zellen. Bei Vergleichung der Meynertschen Figur (Strickers Handbuch, Sagittalschnitt des Meerschweines, Fig. 241 m) könnte man meinen, er habe als genannte Fibrillen schräg geschnittene Fasern des tiefliegenden Markes selbst bezeichnet. Jedenfalls halte ich es für unmöglich, so feine Fasern, wenn sie auch vorhanden wären, in vierfacher Verbindung mit drei Zellenkategorien (einmal mit Oculomotoriuskernzellen, einmal mit eigentlichen Vierhügelzellen, zweimal mit eingeschalteten Zellen) in einer Hirngegend darzustellen, wo man glücklich sein muss, wenn man (auch nur selten) überhaupt die wirkliche Verbindung einer Zelle mit einer Faser sicher sieht. Nach oben zu geht, wie Henle, Meynert etc. gezeigt haben, das tiefliegende Mark des oberen Zweihügels unabgrenzbar in die sogenannte hintere Kommissur über, indem es dichter, markiger, kompakter und schärfer begrenzt wird. Nach Meynert stellt die hintere Kommissur, deren Lage bekannt ist, die beim Menschen und bei allen anderen von mir untersuchten Säugetieren gleich beschaffen ist, aber beim Maulwurf auffallend atrophisch erscheint, einen gekreuzten Uebergang von Thalamusfasern in die Haube dar. Dieses kann ich wiederum nur als zwar sinnreiche Hypothese, nicht aber als Tatsache auffassen. Ich kann sogar immer nicht ganz sicher unterscheiden, ob die hintere Kommissur wirklich eine Kreuzung ist, wie es Meynert annimmt. Ihre Fasern sind im ganzen so parallel, dass ich die Möglichkeit einer einfachen Kommissur doch noch offen lassen möchte. Einen Uebergang der hinteren Kommissur in den Thalamus konnte ich nicht sehen. Ihren Verlauf finde ich genau dem des tiefliegenden Markes des oberen Zweihügels analog, nur biegen die Fasern rascher und früher ventralwärts um (Fig. 27 CP), und lassen sich tiefer in die Haube, bis lateral vom HL und sogar vom RK verfolgen, wo sie jedoch ebenso zerstreut verschwinden, als die Fasern des tiefen Markes des oberen Zweihügels. Nach unten zu verschmilzt letzteres mit dem tiefen Mark des unteren Zweihügels zusammen, ändert aber dabei seinen Charakter resp. verliert seine regelmässige Anordnung.

Das oberflächliche Mark des oberen Zweihügels ist von Stieda (Wirbeltiere, Seite 82) beim Kaninchen ganz richtig als Endfaserung des Opticus bezeichnet worden. Ich habe dasselbe in meiner früheren

Arbeit (a. a. O., Fig. 4, To Qdg. ant.), doch leider ohne damals Stiedas Ansicht gekannt zu haben, nachgewiesen, so dass ich jetzt nachträglich wegen dieser Unterlassung mich entschuldigen muss. Beim Maulwurfe wo der Tractus opticus fehlt, und nur die Guddensche Commissura inferior noch vorhanden ist, fehlt auch das oberflächliche Mark des oberen Zweihügels; ebenso ist die dorsale oberflächliche Rinde ganz atrophisch, so dass lediglich die sonst zwischen oberflächlichem und tiefem Mark liegende graue Substanz hier die dorsale Wölbung des oberen Zweihügels bildet.[1]) Bei allen Säugetieren nun, ausser den Affen, die ähnliche Verhältnisse zeigen wie der Mensch, kann man am frischen Hirn den Tractus opticus direkt über das Corpus geniculatum externum bogig verlaufend, leicht in das oberflächliche Mark des oberen Zweihügels übergehen sehen, was schon von älteren Autoren (Longet,[2]) Gratiolet a. a. O.) nachgewiesen, dann von Stieda (a. a. O.) und von mir (a. a. O.) bestätigt wurde. Ein Arm des oberen Zweihügels im Sinne Meynerts existiert bei diesen Säugetieren einfach nicht, was Meynert bei seiner Deutung der Sache hätte auffallen sollen, indem einem stark entwickelten oberen Zweihügel ein starker Arm desselben entsprechen sollte, wenn auch die Hemisphären des Grosshirnes schwächer entwickelt sind.

Es entsteht die Frage, ob diese Opticusfasern (oberflächliches Mark) einfach in dem oberen Hügel derselben Seite endigen oder ob sie sich in der Medianebene kreuzen, um zur anderen Seite überzugehen. Man sieht zwar besonders in der oberen Hälfte des oberen Zweihügels ziemlich viele Fasern, die die Mittelebene überschreiten, und die (Kommissuren? Kreuzungen?) weit dorsalwärts fast bis zum Boden der Rinne zwischen beiden Hügeln reichen. Doch ist es nicht möglich, dieselben auch nur mit Wahrscheinlichkeit aus dem oberflächlichen Mark, d. h. aus den Opticusfasern, abzuleiten. Jedenfalls könnten diese Fasern, ihrer geringeren Masse wegen, beim Hunde und Kaninchen höchstens einer partiellen Kreuzung entsprechen. Das physiologische Experiment spricht aber entschieden gegen eine Kreuzung der Opticusfasern im oberen Zweihügel, da beim halbblinden Kaninchen der atrophische obere Hügel auf derselben Seite wie der atrophische Tractus opticus, und auf der dem exstirpierten Auge entgegengesetzten Seite liegt (Gudden a. a. O.). Ausserdem kreuzt sich der Opticus zur Genüge im Chiasma. Es können also die erwähnten Fasern in der Medianebene Kommissuren oder Kreuzungen anderer Bedeutung

---

[1]) Daher ist auch die dorsale mediale Rinne zwischen beiden oberen Hügeln beim Maulwurfe kaum angedeutet.

[2]) Anatomie et physiologie du système nerveux de l'homme et des animaux.

sein; darüber kann ich ebensowenig entscheiden, als über das tiefliegende Mark, mit welchem sie am meisten Aehnlichkeit haben. Was nun den Tractus opticus betrifft, so sieht man an Durchschnitten, dass er sich in der Gegend der Corpora geniculata teilt und nicht nur die eben besprochenen oberflächlichen Fasern zum oberen Zweihügel abgibt. Es hat den Anschein, als ob seine Fasern sowohl in beiden Corp. genicul. (besonders dem externum) als um dieselben herum sich verteilten. Ueber ihr wirkliches Schicksal geben allein das oben erwähnte G u d d e n sche Experiment (G u d d e n a. a. O.) und das Maulwurfsgehirn sicheren Aufschluss. In beiden Fällen zeigt sich ausser den oben erwähnten Atrophien der Zentren eine Atrophie des sogenannten Tractus opticus mit Ausnahme seines zum Corpus geniculatum internum gehenden Anteiles, sowie einer Abteilung Fasern, die in den Thalamus zu gehen scheinen. Dieser bei totaler Atrophie der Sehnerven nicht atrophierende Teil des Tractus opticus ist nichts anderes als die *Commissura inferior* von G u d d e n, eine Kommissur, die, am unteren dorsalen Teil des Chiasma anliegend sich demselben und dem Tractus opticus so innig anschliesst, dass sie nur durch das Experiment von ihm zu trennen, beim Maulwurf aber allein vorhanden ist (G u d d e n). Die von mir (a. a. O.) früher geäusserte Vermutung, die innere Sehhügelwurzel des Tractus opticus von M e y n e r t (in meiner erwähnten Arbeit, Fig. 6, To. Th) sei nur ein Teil dieser Kommissur, ist durch die nun auch erwiesene Atrophie des hinteren Teiles vom Thalamus nach Augenexstirpation (G u d d e n, Archiv für Ophthalmologie, a. a. O.) zweifelhafter geworden, obwohl diese Thalamus-Atrophie durch Atrophie der Opticusfasern, welche direkt an das oberflächliche Mark des Thalamus gehen (stratum zonale), sich recht gut erklären liess.

Erwiesen ist es nach den erwähnten Tatsachen, dass Corpus geniculatum internum und unterer Zweihügel beim Hunde und Kaninchen keine direkten Beziehungen zum Sehorgan haben.

Beim Menschen und Affen (Macacus) nun scheinen zuerst die Verhältnisse ganz anders zu liegen. Ich habe aber (a. a. O.) nachgewiesen, dass dieses nur dadurch bedingt ist, dass hier das Pulvinar des Thalamus eine kolossale Entwicklung erreicht und alle eben besprochenen Gebilde lateral-, ab- und ventralwärts in eine tiefe Rinne zurückdrängt. Als Arm des oberen Zweihügels wird beim Menschen (und Affen) ein rundlicher, undeutlich begrenzter weisser Wulst bezeichnet, der, oben und dorsal vom Arm des unteren Zweihügels liegend, parallel mit ihm verläuft und, deutlich von dem oberen Zweihügel ausgehend, teilweise gegen das Corpus geniculatum internum, teilweise oberhalb desselben in die Rinne zwischen Pulvinar und oberem Zweihügel sich verliert. Weiter kann man ihn von aussen nicht verfolgen. Man

bemerkt aber ausserdem zwischen Pulvinar und Corpus geniculatum internum einen mehr oder weniger ansehnlichen zweiten weissen Wulst, der sich lateralwärts über die Oberfläche des Corpus geniculatum externum ausbreitet, medialwärts aber sowohl in die Rinne zwischen oberem Zweihügel und Pulvinar, als auch in den Arm des oberen Zweihügels sich zu verlieren scheint. Untersucht man diese Stelle an einer vollständigen Schnittreihe, so sieht man (Fig. 2, To. Qdg. ant., und noch besser an den abwärts folgenden Schnitten der Reihe), dass der zuletzt genannte Wulst aus einem kompakten Faserstrang besteht, der direkt in den sogenannten Arm des oberen Zweihügels übergeht, und aus der die Corp. genicul. intern. und extern. bedeckende Opticusfaserung stammt. Diesen Verlauf habe ich früher (a. a. O.)[1]) in etwas zweifelhafter Weise erwähnt, da ich den Angaben Meynerts noch nicht ganz zu widersprechen mich getraute. Ungefähr ebenso gibt ihn Huguenin (Archiv für Psychiatrie, Band V, Seite 191, Fig. 2) an, fügt jedoch hinzu, dass eine Abkappung des Pulvinar nötig sei, um ihn zu erkennen. Somit hätten wir eigentlich genau denselben Verlauf der Opticusfasern wie bei niederen Säugetieren. Dadurch wird es aber auch klar, dass der sogenannte Arm des oberen Zweihügels nichts anderes ist als die Opticuswurzel des oberen Zweihügels, und dass seine vermeintliche Fortsetzung in die Hemisphären durch das Pulvinar hindurch wohl auf einer Täuschung beruhen dürfte. Ich kann diese Fortsetzung in der Tat bei den Schnittreihen des menschlichen Gehirns nicht nachweisen, und Bilder des Affenhirnes, wie ein solches von mir früher (a. a. O., Fig. 1, B Qdg. ant.) gegeben wurde, können sich durch eine kompaktere Anordnung von Haubenfasern des Pulvinar ohne Verbindung mit dem oberen Zweihügel erklären. Auf dieselbe Weise muss ich jetzt meine damalige Angabe, es sei das kurze Pulvinar der Katze durch Fasern des Arms vom oberen Zweihügel durchbrochen, deuten. Meynerts Abbildung vom Menschen (Strickers Handbuch, Fig. 249 B s) spricht, abgesehen von der schematischen Richtung der Streifen, eher für die eben entwickelte Ansicht, als für die seinige (vergl. mit jetziger Fig. 2). Es sind nun aber beim Menschen und Affen die Verhältnisse des Tractus opticus zum Corpus geniculatum internum (geschweige zum Arm des unteren Zweihügels) durchaus nicht so klar, wie Meynert und besonders Huguenin angeben. Diese anscheinend mächtige untere Opticuswurzel wird wohl grossenteils dorsalwärts über das Corpus geniculatum internum hinweg, als oberer Teil seiner Markkapsel zum vorhin zuerst genannten Wulst des Arms vom

[1]) In Fig. 1 meiner früheren Arbeit (a. a. O.) ist dieser Verlauf beim Affen von To bis Qdgant. ganz deutlich wiedergegeben.

oberen Zweihügel übergehen. Das übrig bleibende wird gewiss nichts anderes sein, als die entsprechende Wurzel der anderen Säugetiere, d. h. die *Commissura inferior* von Gudden, und daher mit dem Sehnerven nichts zu tun haben. Diese Wahrscheinlichkeitsschlüsse sind wohl das sicherste, was wir über diesen Punkt sagen können, indem eine detaillierte, rein anatomische Verfolgung der Opticusfasern in dieser letzteren Gegend meiner Ansicht nach nicht möglich ist. Somit hätten wir beim Menschen und beim Affen die Opticusbahn gezeigt, die wohl derjenigen entspricht, welche bei anderen Säugetieren experimentell physiologisch, vergleichend anatomisch und zum Teil rein anatomisch nachgewiesen ist.

Nach Luys entspricht das Corpus opticum der Vögel einer Verschmelzung des oberen Zweihügels mit dem Corpus geniculatum externum, eine sehr bemerkenswerte Ansicht, die ich teilen möchte, und die in der allmählichen Lageveränderung des Corpus geniculatum externum in der Säugetierreihe eine grosse Stütze findet. Wahrscheinlich wird das Hirn des Ornithorhynchus darüber Aufschluss geben. Und somit ist die Rinde des oberen Zweihügels einfach als ein Kern des Nervus opticus zu betrachten, wogegen seine tiefen Schichten wohl eine ganz andere Bedeutung haben und eigentlich der Haube angehören. Die Ansicht Meynerts, dass ein besonderes Hirnganglion, Ganglion des oberen Zweihügels, vorhanden sei, muss fallen gelassen werden.

Das tiefliegende Mark des oberen Zweihügels ist, was seine ventralen Fasern betrifft, beim Menschen genau wie bei den Tieren. Die mehr dorsal gelegenen jedoch (Fig. 2 *x*), die Meynert als alleiniges tiefliegendes Mark, oder als Fortsetzung der Schleifenschicht auffasst (Stricker, Fig. 249 Tl), sind von den ventralen durch eine faserärmere Region getrennt und, da sie kompakter sind als bei den niederen Säugetieren (Fig. 23, *x*, vom Hunde), erscheinen sie als ein Marklager, das lateralwärts unabgrenzbar in die obere Schleife und in den Arm des unteren Zweihügels übergeht (siehe oben, Schleifen). Einen gekreuzten Uebergang dieses Marklagers in den Arm des oberen Zweihügels (Opticuswurzel) durch die Mittelebene, wie ihn Meynert (Stricker, Fig. 249 Xp) annimmt und abbildet, kann ich beim Menschen ebensowenig als bei Tieren (siehe oben) nachweisen. Die scharfe Trennung dieser dorsalen Fasern des tiefliegenden Marks von den Fasern des Arms des unteren Zweihügels, die Meynert in derselben Figur zeichnet, muss ich geradezu als irrig bezeichnen. Es muss endlich noch gesagt werden, dass wegen der grossen Schmalheit der Rindenschicht des oberen Zweihügels beim Menschen, ihre Opticuswurzel, respektive die Ausbreitung vom Arm des oberen Zweihügels, sehr nahe an die Oberfläche zu liegen kommt.

β) Gebilde der Haubenregion, die im Verlaufe derselben zu den vorigen noch hinzutreten.

Bisher sind wir stets von der Querebene der Fig. 1 ausgegangen. Nun haben wir alle in derselben enthaltene Gebilde mit ihren Adnexen im weitesten Sinne des Wortes nach oben bis zum Meynertschen Bündel verfolgt, ausser denjenigen, die, ventral gelegen, zur Ponsorganisation und nicht zur Haube gehören. Es sind diese letzteren drei: 1. der fast quer geschnittene Brückenarm (Br A), 2. die quer geschnittene Pyramide (Pyr.), 3. das Corpus trapezoïdes (trap.). Das letztere grenzt an die Haube, grösstenteils an die Schleifenschicht derselben, und besteht aus Fibrae arcuatae der oblongata. Diese drei Gebilde und ebenso die Fortsetzung der zwei wichtigsten nach oben, welche Fortsetzung aus der Varolsbrücke (Pons, in den weiter oben gelegenen Figuren) und aus dem Hirnschenkelfuss oder einfach Hirnschenkel (P) besteht, brauchen wir hier nicht weiter zu berücksichtigen. Wir wollen dagegen jetzt die im Verlauf nach oben bis zum Meynertschen Bündel neu hinzutretenden Gebilde der Haube der Reihe nach durchnehmen.

11. **Substantia nigra.**[1]) In der Gegend zwischen Fig. 3 und 4, d. h. in den mittleren Ponsebenen, treten beim Menschen in die schmale zwischen Schleifenschicht und Pons gelegene Schicht unbestimmter, von feinen Fasern durchzogener grauer Substanz, die schon weiter unten (Fig. 3) vorhanden war, immer dichter werdende, unten teilweise geschichtete abgeflachte Gruppen ziemlich grosser, meist spindelförmiger braunschwarz pigmentierter Ganglienzellen auf. Dieselben sehen ganz denjenigen der Substantia ferruginea ähnlich, sind nur meist etwas kleiner und dunkler; doch gibt es auch pigmentlose Zellen darunter. Nirgend zeigt sich eine deutliche Grenze; es verbreiten sich vielmehr vereinzelte Pigmentzellen weit in die Umgebung herum, wie bei der Substantia ferruginea. Diese Formation erstreckt sich nach oben bis nahezu zur Gegend des Corpus mammillare (bis Fig. 12), tritt aber dabei in immer nähere Beziehungen zum Hirnschenkelfuss. Die zuerst breiter gewordene, vorhin erwähnte Schicht unbestimmter grauer Substanz,[1]) in der die

---

[1]) Substantia nigra (Sömmering, Reil, Arnold, Henle), Locus niger (Vicq d'Azyr), Stratum nigrum (Burdach), Substantia nigra Sömmeringi (Deiters), Sömmeringsche Substanz (Meynert).

[2]) Diese Schicht grauer Substanz mit feinen Fasern wird von Meynert (Archiv für Psychiatrie, Band IV, Seite 389) als vorderstes Stratum der Haube aufgefasst, und scheint den Pedunculus substantiae nigrae nach ihm zu enthalten. Meynert lässt diese Schicht sich bis oben medial von der inneren Kapsel fortsetzen (also etwa bis in unserer Zona incerta, siehe unten). Abgesehen von der Unrichtigkeit dieser letzten Angabe ist übrigens die Beschreibung Meynerts so unbestimmt, dass ich auf dieselbe hier nur hinweisen kann.

Pigmentzellen liegen, und welche auch viele kleinere, stets pigmentlose Nervenzellen enthält, bekommt nämlich eine immer grössere Anzahl Fasern, wird wieder allmählich kleiner, erhält dorsal eine scharfe Grenze und wird zugleich immer mehr dem am meisten medial gelegenen dorsalen Teil des Hirnschenkelfusses einverleibt (Fig. 9—12 nig.). Bei allen Säugetieren ist die Substantia nigra, beziehungsweise sind deren äquivalente Schichten an derselben Stelle, nur nach oben zu weniger scharf begrenzt, vorhanden. Aber beim Menschen allein enthält sie Pigmentzellen, schon beim Affen (Macacus, Hapale) nicht mehr. Ihre grösseren Zellen sind aber auch bei Tieren meist spindelförmig und haben eine gleichartige Verbreitung als die des Menschen. Die Substantia nigra war also schon Sömmering und dessen Nachfolgern bekannt; sie fällt beim Durchschneiden des frischen Menschenhirnes sofort auf. Es hat aber erst Meynert daraus ein eigentliches Ganglion gemacht, das er, seinem Hirnschema gemäss, zu den Ganglien des Fusses stellt, somit dem Corpus striatum gleichsetzt, und dem er auch einen Pedunculusanteil und einen Stabkranzfächer zuteilt. Was zuerst den Pedunculus Substantiae nigrae von Meynert betrifft, so haben wir bereits gesehen, dass Flechsig (a. a. O., Seite 337) denselben als wahrscheinlich synonym mit Stillings Längsbündel vom Fuss zur Haube, d. h. mit den am meisten medial gelegenen Bündeln der Schleifenschicht in der Ponsgegend, hinstellt. Jedenfalls ist dies nicht die Ansicht Meynerts, da er beide Gebilde getrennt beschreibt. Ich muss gestehen, dass ich, wie oben schon gesagt, diese Frage ungelöst lassen muss, und ferner, dass ich den von Meynert noch in neuerer Zeit (d. Archiv, Band IV) hervorgehobenen Pedunculus substantiae nigrae eigentlich nie sehen konnte, ebensowenig beim Menschen als bei Tieren. Dass unbestimmt verlaufende, feine, mit grauer Substanz untermischte Faserzüge in der von Meynert angegebenen Richtung vorhanden sind, ist gewiss; es kann aber eine Verbindung derselben mit den Pigmentzellen der Substantia nigra höchstens vermutet werden. Meynert lässt seinen Pedunculus substantia nigrae wahrscheinlich in die Zellen der Schleifenschicht endigen. Den Uebergang einer Zelle der Substantia nigra in eine markhaltige Nervenfaser habe ich noch nicht sehen können. Uebrigens gibt Meynert (Strickers Handbuch, Seite 729) eine andere Art der Verbindung der Substantia nigra mit dem Pes pedunculi an, die wohl viel eher der Wirklichkeit entsprechen könnte, die er aber später (d. Archiv) stillschweigend übergeht. Er sagt, dass feine Faserbündel aus der Substantia nigra direkt ventralwärts in den medialdorsalen Teil des Pes pedunculi eintreten und seinen Querschnitt in netzförmige Felder teilen. Aehnliche Bilder sind in der Tat vorhanden, und diese Fasern könnten wirklich eine Verbindung der Substantia

nigra mit dem Pes pedunculi darstellen; ob sie aber dann im letzteren zentral oder peripher verlaufen, ist eine schwer zu lösende Frage. Noch unsicherer steht es mit dem sogenannten Stabkranzfächer der Substantia nigra von Meynert (Strickers Handbuch, Seite 740). Einen solchen habe ich auch nie sehen können, und ich wüsste nicht, wie man denselben durch innere Kapsel und Pes pedunculi verfolgen könnte. Es hat möglicherweise Meynert als solchen den Luys schen Körper selbst oder Faserzüge der Zona incerta (Fig. 7, zon. inc.) angenommen. Jedenfalls ist dies aus Meynerts Beschreibung nicht zu unterscheiden. Wie Stilling (Hirnknoten) und Meynert (Strickers Handbuch) angeben, sind sowohl in der Substantia nigra als in der Substantia ferruginea beim Kinde alle Zellen noch pigmentlos; später erst bildet sich das Pigment. Meiner Ansicht nach soll man die Substantia nigra, wie es ältere Autoren tun (Stilling), als eine der Substantia ferruginea ähnliche Formation ansehen, und nicht dieselbe in ihrer Bedeutung dem Linsenkern und dem Nucleus caudatus anreihen.

12. **Corpora geniculata.** Ueber die Corpora geniculata will ich nichts hinzufügen und verweise, besonders was ihre Lageveränderung in der Säugetierreihe betrifft, auf meine frühere Arbeit (a. a. O.). Ich möchte nur an die Tatsache, die aus dieser Arbeit und aus den Gudden schen Experimenten über den Opticus (a. a. O.) hervorgeht, noch spezieller hinweisen, nämlich, dass beide Corpora geniculata ebensowenig zusammengehören als beide Vierhügelganglien. Das Corpus geniculatum internum ist ein lateraler Appendix der Haube, in die es unabgrenzbar übergeht; bei dem nahezu blinden Maulwurf ist es ganz stark entwickelt. Das Corpus geniculatum externum ist, wie die Rinde des oberen Zweihügels, ein eigentümlicher Ursprungskern des Nervus opticus und hält in seiner Entwicklung mit ihm Schritt. Von den Stabkranzfächern der Corpora geniculata, die nach Meynert in den Hinterhauptslappen durch die Sehstrahlungen hindurchgehen sollen, habe ich nie etwas wahrnehmen können.

Oculomotoriuskern und -Wurzel haben wir schon oben beschrieben.

13. **Meynertsches Bündel.** Es bleibt uns endlich das paarige, von Meynert zuerst beim Menschen entdeckte und von ihm „Haubenbündel des Ganglion habenulae“ genannte, runde Faserbündel mit seinen Verbindungen zu besprechen. Da dasselbe nicht in die Haube übergeht, und somit sein Name unhaltbar ist, erlaube ich mir, es Meynert sches Bündel zu nennen. Nach Flechsig wird es erst beim 44 cm langen Fötus des Menschen markweiss. Früher (a. a. O.) habe ich dasselbe als obere Begrenzung der Haube angegeben, eine freilich etwas willkürliche, doch in Ermangelung einer besseren Grenze hier beizubehaltende Annahme. Ich habe damals die Mächtigkeit dieses

Bündels beim Meerschweine und bei der Fledermaus hervorgehoben. Seine Fasern sind sehr fein, zerfallen nicht wie diejenigen der Radix (Columna) anterior Fornicis in sekundäre Bündel, sondern bilden einen gleichmässigen Strang. Auch bleibt es bei den niederen Säugern nicht so schön markweiss wie die Gewölbwurzel, sondern färbt sich rosa mit Karmin, besonders im Querschnitt. Dass es beim Menschen gebogen am medialen Rand des RK verläuft und daselbst oft dessen Substanz eine kurze Strecke durchbohrt, was Luys einen Hilus des RK vorgetäuscht hat, haben wir oben (Bindearm und RK) gesehen. Bei niederen Säugetieren berührt dieses Bündel den hier schon weiter unten aufhörenden kleineren RK gar nicht, liegt direkt oberhalb desselben und wird daher auch nicht von ihm verschoben, so dass es kompakt und ganz scharf begrenzt schnurgerade vom Ganglion habenulae zum Ganglion interpedunculare verläuft (Fig. 27, Haubenbündel). Beim Menschen und schon beim Affen muss es seinen Weg, wie Meynert zeigte, durch eine S-förmige Schlängelung finden (Fig. 4—9, Haubenbündel). Dieses Bündel stellt eine der am klarsten daliegenden Faserbahnen des Gehirns dar. Unzweideutig ist sein Verlauf sowohl in Quer- als in Sagittal- und anderen Schnittreihen aller Säugetiere, die ich untersuchte. Das von Stieda (Wirbeltiere, Seite 113, Fig. 45 und 46 ff.) bei der Maus ohne Bezeichnung beschriebene und abgebildete Bündel kann kaum etwas anderes sein, als das Meynertsche Bündel. Stieda lässt es richtig in seiner Substantia cinerea media (= Ganglion interpedunculare) entstehen, irrtümlich aber dorsalwärts sich in den Thalamus ausbreiten. Meynert dagegen hat seine dorsale Verbindung richtig erkannt, lässt es aber ventral- und abwärts als sagittal verlaufendes Haubenbündel sich fortsetzen, was durchaus unrichtig ist; ebenfalls irrig ist die Angabe Meynerts, es sei beim Menschen ein mächtiges Bündel. Die Endigung beider Meynertschen Bündel in das unpaarige Ganglion interpedunculare kennt Professor Gudden schon seit vielen Jahren (lange vor dem Erscheinen von Stiedas Arbeit). Dieselbe ist an der Sagittalschnittreihe vom Kaninchengehirn (Fig. 27, Haubenbündel, G. L. pp.) so unzweideutig und schön zu sehen, dass jeder Zweifel fallen muss. Wir müssen nun beide Ursprungsganglien dieses Bündels näher betrachten. Dieselben sind bei niederen Säugetieren weitaus am schönsten ausgebildet.

14. **Lamina perforata posterior und Ganglion interpedunculare.** Die Lamina perforata posterior des Menschen, Substantia perforata posterior, Substantia perforata media von Vicq d'Azyr, Pons Tarini, Spatium interpedunculare Cruveilhier (nach Henle) ist eine Lage grauer Substanz, welche, von vielen Gefässen durchlöchert, den konkaven medialen Teil der ventralen Oberfläche der Haube, zwischen Pons,

Corpora mammillaria und beiden Hirnschenkelfüssen bildet. Diese graue Substanz setzt sich in die Raphe dorsalwärts fort und bildet somit, wie Henle es bemerkt, im Querschnitt ein umgekehrtes T (⊥). Ihr medialer ventraler Teil, also die Verbindungsstelle beider Schenkel des ⊥, ist beim Menschen nicht auffallend von der übrigen Substanz differenziert. Bei niederen Säugetieren dagegen, schon beim Hunde, sehr schön aber bei den Nagern, beim Maulwurfe, bei der Fledermaus, sondert sich an dieser Stelle im unteren Abschnitt der Lamina perforata posterior ein ganz scharf begrenztes unpaariges, im Querschnitt stumpf dreieckiges (mit dem Scheitel dorsal gerichtet), im Sagittalschnitt längliches, ziemlich mächtiges Ganglion ab, das man Ganglion der Lamina perforata posterior, oder besser nach dem Vorschlag von Professor Gudden, Ganglion interpedunculare[1]) nennen kann (Fig. 27 G. L. pp.). Dieses Ganglion wird von Meynert (Stricker, Fig. 230 und 231 Lp) bei Vespertilio abgebildet und als Lamina perforata posterior bezeichnet, was also nur zum Teil richtig ist. Die Substantia cinerea posterior media von Stieda (a. a. O.) scheint dem Ganglion interpedunculare zu entsprechen.

Es besteht dieses Ganglion beim Kaninchen aus einer sich ungemein intensiv mit Karmin färbenden Grundsubstanz, welche an Durchschnitten massenhafte rundliche oder bandförmige, dunkel erscheinende, mehr oder weniger scharf ausgeprägte kleine Nester enthält, die den Glomeruli des Bulbus olfactorius vom Kaninchen nicht ganz unähnlich sehen, jedoch aus mir unklaren Elementen bestehen. Ausserdem ist das Ganglion von dicht angehäuften, meist sehr kleinen rundlichen oder spindelförmigen Ganglienzellen ausgefüllt, deren kleinste von den „Körnern" der Grundsubstanz kaum mehr zu unterscheiden sind. In dieses unpaare Ganglion nun strahlen, sich pinselförmig in ihm ausbreitend und verlierend, die unteren Enden der beiden Meynert schen Bündel ein, das eine rechts, das andere links, nachdem sie vorher rasch nach unten sich umgebogen hatten (Fig. 27, Haubenbündel, G. L. pp.). Beim Hunde sind die Verhältnisse gleich, nur enthält das Ganglion weniger dunkle Nester, wobei die kleinen Nervenzellen um so deutlicher hervortreten. Beim Menschen lässt sich kein deutliches Ganglion von den übrigen Teilen der Lamina perforata posterior abgrenzen. Doch scheint das hier kleinere Meynert sche Bündel in denselben, dem Ganglion interpedunculare der niederen Säugetieren entsprechenden medial-ventralen Teil der Lamina perforata posterior einzustrahlen. Jedenfalls sind die Verhältnisse ungleich verwickelter als bei niederen Säugetieren, und es ist leicht begreiflich, wie Meynert eine Fort-

[1]) Alte, aber noch nicht veröffentlichte Benennung von ihm.

setzung des Bündels in die Haubenfaserung annehmen konnte, indem er dasselbe beim Menschen studierte. Beim Affen (Macacus) sind die Verhältnisse nahezu wie beim Menschen.

15. **Ganglion habenulae.** Das paarige Ganglion habenulae, von Meynert so genannt, wurde auch von Stieda (Vögel und Säugetiere, Seite 80; Wirbeltiere, Seite 113) ohne Benennung bei der Maus beschrieben. Es ist, wie Meynert angibt, bei Säugetieren stärker als beim Menschen, und durch dichte Zellenanhäufung charakterisiert. Es liegt beiderseits von der hinteren Kommissur und vom unteren Ende der dorsalen Abteilung des III. Ventrikels, wo es eine deutliche Erhabenheit der dorsalen Oberfläche des zentralen Höhlengraues medial vom Thalamus bildet. Jedes der beiden Ganglien wird von der entsprechenden Habena der Zirbel überzogen und vielleicht zum Teil durchdrungen. Das Ganglion habenulae unterscheidet sich vom Ganglion interpedunculare dadurch, dass es paarig ist, dann durch den Mangel der dunkeln Nester und endlich durch die nicht so intensiv sich mit Karmin färbende Grundsubstanz; die Nervenzellen sind dagegen ziemlich ähnlich, dicht angehäuft, fast so klein, doch etwas eckiger als im genannten Ganglion. Durch diese dichte Anhäufung kleiner Zellen ist es scharf vom übrigen zentralen Höhlengrau sowie vom Thalamus abgegrenzt. Diese Verhältnisse sind beim Menschen weniger deutlich ausgesprochen als bei niederen Säugetieren; doch ist das Ganglion habenulae gut ausgebildet. Das Ganglion habenulae bildet sozusagen den Knotenpunkt von drei Faserzügen, die teils ihn umgürten, teils in ihm sich zu zerstreuen scheinen. Es sind dies: 1. das eben besprochene Meynertsche Bündel; 2. die paarige Markleiste am medial-dorsalen Rande des Thalamus opticus, welche von Haller lineae albae, von den Gebrüder Wenzel (nach Burdach) und von Henle (a. a. O., Seite 128, Fig. 70) Taenia Thalami optici, von Burdach Sehstreifen besonders genannt, von Meynert als dem Stratum zonale des Thalamus zugehörig angesehen, von den meisten, aber nicht von allen älteren Autoren, einfach als Fortsetzung des folgenden Faserzuges betrachtet wurde; 3. das paarige Markbündel aus der Zirbel, welches Habena, Habenula, Zirbelstiel, Pedunculus Conarii[1]) genannt wird. Wie diese

[1]) Ridley, Chaussier (nach Burdach), Henle. Alle diese Benennungen, sowie besonders noch der Ausdruck Zirbelstreif, begreifen meistens auch die Taenia Thalami optici mit hinein. Henle allein versteht unter Pedunculus conarii speziell nur die Fasern aus der Zirbel. Aber, wie Burdach in seinen ausgezeichneten Literaturberichten angibt, haben schon Haller unter dem Namen „pedicelli s. petioli Glandulae pinealis" (elementa IV. § 66), und Sömmering (Hirnlehre, Seite 45) unter dem Namen „Leistchen der Zirbel" den Pedunculus conarii von Henle recht wohl von der Taenia Thalami optici unterschieden.

drei Faserbündel mit dem Ganglion habenulae zusammenhängen, inwiefern die Fasern derselben sich hier mit Zellen verbinden oder einfach durchgehen und sich direkt von einem Faserbündel in das andere fortsetzen, ist nicht genau zu eruieren. Ziemlich sicher scheint es nur bei Nagern zu sein, dass ein Teil der Taenia Thalami optici, direkt über die dorsale Oberfläche des Ganglion habenulae hinweg laufend, sich in den Pedunculus conarii fortsetzt, und dass ein anderer Teil derselben, dicht ventral vom Ganglion habenulae hinunterschlüpfend, in das Meynertsche Bündel direkt übergeht (Fig. 27). Letzteres habe ich schon früher (a. a. O., Sep., Seite 15) angegeben. Jedenfalls aber zerstreut sich ein guter Teil des Meynertschen Bündels wirklich in das Ganglion und scheint daselbst zu endigen.

γ) Fortsetzung der Haube nach oben oder Regio subthalamica. Substantia innominata.

Mit dem bisher Gesagten wären alle konstant ausgeprägten Faserzüge und begrenzten Anhäufungen grauer Substanz, die mir in der Haube bekannt sind, erschöpft. Als Adnexen derselben haben wir die Vierhügel und die Corpora geniculata mit dem Tractus opticus in die Beschreibung hineingezogen. Es bleibt uns aber noch eine wichtige Aufgabe, nämlich eine die Haube nach oben bis zur Substantia innominata fortsetzende Region kennen zu lernen, die bis jetzt in höchst mangelhafter Weise von den Autoren gewürdigt worden ist, indem sie bald zum Thalamus, bald zur Substantia nigra oder zum Pedunculus gerechnet und nie für sich betrachtet worden ist. Auch sind ihre Bestandteile nur zum Teil von einigen wenigen Autoren (Luys, Meynert) erkannt worden. Diese Region war für mich der Ausgangspunkt dieser Arbeit. Dieselbe, welche wir hauptsächlich beim Menschen betrachten wollen, wo sie am eigentümlichsten ist, liegt ventral vom Thalamus opticus, von ihm durch die schon oft genannte Lamina medullaris externa (L. M. Ex. in den Fig.) getrennt. Medial wird sie vom zentralen Höhlengrau des III. Ventrikels, auch vom Vicq d'Azyrschen Bündel und von der vorderen Fornixwurzel,[1]) ventral von der

[1]) Bekanntlich verlaufen im zentralen Höhlengrau des III. Ventrikels zwei zylindrische kompakte Bündel: das erste, mehr ventral liegend, ist, wenigstens grösstenteils, die direkte Fortsetzung der *Columna anterior* des Fornix, und geht zum Corpus mammillare; das zweite, mehr dorsal liegend, geht, wenigstens beim Menschen, vom Tuberculum anterius des Thalamus zum Corpus mammillare. Nun werden diese Bündel von Burdach, Arnold, Henle u. a., welche, wie auch Meynert, das eine als die *direkte* Fortsetzung des anderen durch die Markkapsel des Corpus mammillare betrachten, das erste *Radix ascendens*, das zweite *Radix descendens* des Fornix genannt. Meynert, weil er in seiner Darstellung vom Hirn, und nicht vom Rückenmark ausgeht, glaubt sie umtaufen zu müssen, und nennt sie umgekehrt, das erste *absteigender*, das zweite *auf-*

Lamina perforata posterior oder vom Corpus mammillare, sowie von der Substantia nigra mit dem Pes pedunculi, lateral von der inneren Kapsel und von der Gitterschicht des Thalamus (in welche letztere sie übergeht), unten vom RK und vom Meynertschen Bündel begrenzt. Nach oben zu geht diese Region, die wir *Regio subthalamica* nennen wollen, unabgrenzbar in die Substantia innominata von Reil und somit in die Region der Lamina perforata anterior und des Basalteiles vom Corpus striatum über.

Die Regio subthalamica zeichnet sich aus durch eine innige Vermengung der allerfeinsten Nervenfasern mit grauer Substanz unbestimmten Charakters, ohne dass irgendwo die Nervenfasern zu scharfen kompakten Bündeln oder Bündelchen gesammelt sind. Daher auch kann in ihrer ganzen Ausdehnung keine Rede von genauen oder weitgehenden Faserverfolgungen sein. Sie besteht im grossen und ganzen aus drei Schichten: 1. die am meisten ventral und zugleich mehr lateral liegende, nach oben und unten wenig ausgedehnte, dafür aber scharf begrenzte Schicht wird vom Luysschen Körper gebildet; 2. die mittlere Schicht, die lateral in die Gitterschicht des Thalamus übergeht, will ich *Zona incerta* nennen; 3. die am meisten dorsal und zugleich mehr medial gelegene, stärker markhaltige Schicht wird durch das obere, schon mehrmals erwähnte Feld H gebildet, das in die Lamina medullaris externa des Thalamus sich lateral fortsetzt. Diese letztere Schicht wollen wir einfach als dorsales Mark der Regio subthalamica bezeichnen. Ich habe sie bereits früher (a. a. O., Sep., Seite 12) angedeutet, indem ich sie zur Lamina medullaris externa rechnete. Wir wollen mit der ventralen Schicht anfangen.

16. **Luysscher Körper.** Als Luysscher Körper (Corpus Luysii) oder ventrale Schicht der Regio subthalamica will ich ein ganz eigentümliches Gebilde bezeichnen, welches von sämtlichen mir bekannten Autoren ausser Luys, sogar von Meynert, merkwürdigerweise ganz übersehen worden ist. Luys, der dasselbe unverkennbar und sehr

---

steigender Gewölbschenkel. Damals (a. a. O.) folgte ich Meynerts Benennung. Aus den noch nicht veröffentlichten, oben angedeuteten Untersuchungen von Professor Gudden geht, wie wir sahen, hervor, dass das zweite (dorsale) Bündel keine Beziehungen zum ersten (folglich auch keine zum Fornix) hat. Also sind die eben erwähnten, unglücklichen, rationell sein wollenden Benennungen nicht nur ganz verwirrend, sondern noch unrichtig. Ich schlage daher vor, das erste, ventrale Bündel einfach *Columna* oder *Radix anterior des Fornix* zu nennen, da es doch die einfache Fortsetzung der Columna anterior ist und keinen anderen Namen braucht. Für das zweite, dorsale, schlage ich den schon von Luys für dasselbe angewendeten Ausdruck „Vicq d'Azyrsches Bündel" (faisceau de Vicq d'Azyr) vor, da es von Vicq d'Azyr zuerst genau beschrieben wurde. Nach Burdach hat es zwar schon Santorini erkannt, doch nur unvollkommen. Ferner sind schon viele Organe nach Santorini benannt, nicht aber nach Vicq d'Azyr.

umständlich beschreibt und abbildet, nennt es „Bandelette accessoire de l'olive supérieure“[1]) (Recherches etc., 1865; Ikonographie etc., 1873), eine trotz dem besten Willen leider unhaltbare Benennung: erstens weil der Luys sche Körper kein Bändchen ist; zweitens, weil die „Olive supérieure“ von Luys der Rote Kern der Haube von Burdach und allen anderen ist, während schon Schröder van der Kolk[2]) vor Luys als obere Olive einen Kern bezeichnet hat, der sich in der Oblongata befindet und, abgesehen von der Priorität, diesen Namen eher verdient als der RK; drittens endlich, weil unser Gebilde weder zu dem RK, noch zu der oberen Olive Schröders nachweisbare Beziehungen hat. Nach seinen Zeichnungen zu urteilen, scheint Meynert diesen Hirnteil, soweit er ihn bemerkt haben mag, für eine Abteilung der Substantia nigra zu halten, was irrig wäre.

Der Luys sche Körper (Sp. Fig. 8—14) ist eine annähernd linsenförmige Masse, welche, in der Querschnittreihe betrachtet, etwa in der Querebene des Meynertschen Bündels mit einem kleinen spindelförmigen, dicht dorsal auf dem Hirnschenkelfuss und auf dem oberen Teil der Substantia Nigra aufliegenden Querschnitt anfängt (Fig. 8), der dann nach oben zu, seine Lagerung beibehaltend, rasch in allen Dimensionen wächst, eine ausgezeichnete Spindelform mit etwas mehr konvexer dorsaler Fläche zeigt, und schliesslich (Fig. 12) den ganzen Pes pedunculi dorsal und etwas medial scharf abgrenzt. Seinen grössten Umfang erreicht er in der Querebene dicht unterhalb des Corpus mammillare. Nach oben zu wird der Querschnitt dann wieder kleiner, bleibt aber stets spindelförmig, bis er genau so wie unten in den oberen Querebenen des Corpus mammillare verschwindet. In den sagittalen

---

[1]) Ich benutze diese Gelegenheit, um zu sagen, dass meiner Ansicht nach die sogenannte „rationelle“ Nomenklatur in der Anatomie nur für Verhältnisse von Wert sein kann, die sicher feststehen, dass sie aber im Gehirn, wo fast über alles Zweifel herrschen, geradezu die verwerflichste und unheilvollste von allen ist, weil sie die grössten Konfusionen und Irrtümer durch Namen besiegelt. Z. B. der Acusticusstrang Meynerts, welcher nichts mit dem Hörnerv zu tun hat; der Fornixschenkel, welcher nicht zum Fornix gehört; der Thalamus opticus, welcher am allerwenigsten Beziehungen zum Sehen hat; die Processus cerebelli ad corpora quadrigemina oder ad cerebrum, welche weder zu den einen noch zum anderen gehen und so fort. Auch solche Namen, die nur partiell richtig sind, sind verwerflich, wie z. B. der Zirbelstreif, der wahrscheinlich nur zum Teil aus der Zirbel stammt. Es sind die einfachen, anspruchslosen Namen der alten Anatomen, wie *Vermis, Fimbria, Cornu Ammonis, Corpora mammillaria* u. dergl. weitaus vorzuziehen, weil kürzer und nicht störend. Auch sind Benennungen nach Anatomen (Foramen Monroi, Corpus Luysii) unschädlich.

[2]) Bau und Funktion der Medulla spinalis und oblongata, ins Deutsche übersetzt von Theile. Braunschweig 1859.

Längsschnitten sieht der Luyssche Körper fast wie in den Querschnitten aus, aber die Spindel ist dicker und kürzer. Nur in den mehr lateral gelegenen Sagittalschnitten erscheint er ventral, in dem Winkel zwischen innerer Kapsel und Pes pedunculi zum Teil stumpf dreieckig vorgezogen, statt konvex. In den der Hirnbasis parallelen Längsschnitten aber ist er fast in seiner grössten Fläche getroffen, und sieht mehr rundlich, nur gegen den Pes pedunculi oder gegen die innere Kapsel abgeflacht aus. Aus alledem geht die Form einer annähernd bikonvexen (dorsal stark, ventral schwach konvexen) etwas querovalen Linse hervor, welche nur gegen den Pes pedunculi wie gegen die innere Kapsel zum Teil abgeflacht ist und in den Winkel zwischen beiden etwas stumpfwinklig vorspringt.

Aus den Fig. 8—14 kann man ersehen, dass der Luyssche Körper des Menschen eine mächtige Bildung darstellt, jedoch kleiner ist als der RK. Seine grösste Dicke (in dorsal-ventraler Richtung) beträgt bei einem kleineren Hirn etwa 3 mm, bei einem grösseren etwa 4 mm; seine grösste Breite (Querdurchmesser) bei dem kleineren Hirn etwa 10 mm, bei dem grösseren etwa 13 mm; seine grösste Länge in sagittaler Richtung bei einem dritten mittelgrossen Hirn 7,5 mm. Die Masse sind aus den eingelegten Schnittreihen entnommen. Im frischen Gehirn ist der Luyssche Körper sehr scharf und schön, meist etwas vorgewölbt, auf der Schnittfläche sichtbar. Dabei zeigt er eine gleichmässige hellbräunliche, einem Gemisch von etwas Kaffee mit viel Milch am ähnlichsten sehende Farbe, welche sowohl durch den Gefässreichtum als durch das Pigment der Nervenzellen bedingt sein mag. Sein überall gleichmässiges Gewebe (Fig. 26) ist höchst bemerkenswert. Erstens enthält es ein dichteres Netzwerk feinster, stark gewundener Kapillargefässe als jeder andere Hirnteil, dichter sogar als das vom RK und von der Hirnrinde (Fig. 26 G). Die Grundsubstanz sieht wie diejenige der grauen Substanz im übrigen Gehirn aus; sie ist aber von einem so reichlichen regellosen Gewirr der allerfeinsten markhaltigen Nervenfasern durchsetzt, dass man nicht weiss, ob der Luyssche Körper zur grauen oder zur weissen Substanz zu rechnen ist. Diese Fasern zeigen höchstens für sehr kurze Strecken und bei starker Vergrösserung Neigung zur Bildung von ganz lockeren Bündelchen, die aber wieder kreuz und quer in allen Richtungen verlaufen (Fig. 26 F). Nirgends, ausser an den Rändern des Luysschen Körpers, sieht man auch nur mittelbreite Nervenfasern. Die feinsten Fasern haben aber fast alle noch eine Markscheide, was an Zupfpräparaten leicht zu sehen ist. Ausserdem enthält dieses eigentümliche Gebilde ganz gleichmässig verteilte und beschaffene, ziemlich kleine und ziemlich dünn gesäte, multipolare, ab und zu spindelförmige, mässig hellbräunlich pigmentierte Ganglienzellen (Fig. 26 N;

Fig. 25), an welchen ich bis jetzt noch keinen sicheren Nervenfortsatz, weder an Zupf- noch an Schnittpräparaten finden konnte. Diese Zellen imbibieren sich schwach mit Karmin; das Pigment füllt gewöhnlich nur ein Drittel oder eine Hälfte des Protoplasmas aus und verdeckt selten den schönen runden, mit einem Kernkörperchen versehenen Kern. Endlich sind ziemlich viele regellos zerstreute kleinere und grössere Körner vorhanden (Fig. 26 K, K'). Fig. 26 ist etwas unrichtig: Das Pigment der Nervenzellen zu reichlich, zu diffus, irrtümlich mit kleinen Ringen; viele Körner irrtümlich mit deutlichem Kernkörper.

Der Luys sche Körper zeigt im grossen und ganzen zwei Flächen, eine dorsale und eine ventrale, durch den vorspringenden stumpfen Winkel gebrochene, ferner einen zirkulären Rand. Die dorsale, mehr konvexe Fläche ist gegen die Zona incerta, die ventrale, mehr abgeflachte, gegen den Pes pedunculi und die innere Kapsel je von einer überall deutlichen, dünnen, reinen Markkapsel begrenzt, deren Faserverlauf meist nicht zu enträtseln ist. Der zirkuläre Rand ist oben und unten durch das Zusammentreffen beider Kapseln ziemlich abgeschlossen und zugeschärft; jedenfalls sieht man keine ausgesprochenen Faserzüge aus ihm oder in ihn treten. Medial klaffen aber beide Kapseln weit auseinander; der zirkuläre Rand ist offen und lässt auf eine kurze Strecke einen Strom der allerfeinsten einander parallelen Nervenfasern aus dem Luys schen Körper austreten. Diese Fasern bilden kein kompaktes Bündel, sondern verlaufen locker, durch graue Substanz zersprengt, gegen die Mittellinie, dicht unterhalb und dorsal vom Corpus mammillare, teilweise im Boden der Lamina perforata posterior selbst. Sie werden aber schon unsichtbar, bevor sie die Raphe erreicht haben (Fig. 12 und 13). Am eigentümlichsten sind die Verhältnisse der ventralen Kapsel und des zirkulären Randes lateral, an den abgeflachten Stellen. Am lateralen Teil des Randes ist die dorsale Markkapsel bis dicht an die Capsula interna geschlossen. Die ventrale Markkapsel wird aber von zahlreichen kleinen, dichten, markigen Faserbündeln durchbrochen, die wohl teilweise in ihr selbst sich bilden, teilweise aber gewiss aus dem Innern des Luys schen Körpers herkommen und dann sich senkrecht in den Pes pedunculi und in den untersten Teil der Capsula interna einsenken, beide an dieser Stelle in viele senkrechte Querschnittenfelder bis zur Hirnbasis (Tractus opticus) und zum Linsenkern einteilend (Fig. 12 u. a.). Diese Faserbündel weiter zu verfolgen, ist wegen unentwirrbarer Verfilzung ihrer einzelnen Fasern mit Fasern des Pes pedunculi nicht möglich. Jedoch hat es den Anschein, als ob die am meisten lateral gelegenen derselben den medialen Kern des Linsenkernes erreichten, wie es Luys angibt.

Beim Affen (Hapale) sind die Verhältnisse genau wie beim Menschen, nur ist der ganze, auch ausserordentlich gefässreiche Luys sche Körper höher, dicker und weniger breit, fast kugelig; die Zellen sind nicht pigmentiert. Beim Hunde, Kaninchen und bei allen anderen von mir untersuchten Säugetieren gibt es keinen begrenzten Luys schen Körper, sondern an seiner Stelle nur eine ziemlich flache, undeutlich begrenzte Zellenanhäufung, aus deren lateralem Teil Faserbündelchen ausgehen, welche die geschilderte charakteristische Teilung in Felder des Pes pedunculi bedingen. Medial ausströmende Faserzüge sind nicht oder höchstens andeutungsweise sichtbar; ebensowenig ist ein auffallender Gefässreichtum vorhanden.

Nach Luys nun (Recherches etc.) sammelt sich ein Teil der zentripetalen Fasern aus dem RK, nachdem sie lateral herausgetreten sind, wieder in den Luys schen Körper, aus welchem sie dann wieder an dessen beiden Enden ausströmen, den Pes pedunculi wie mit einer Schlinge umgreifen und dann in die medialen Kerne des Linsenkernes eintreten, wo sie sich mit den kleineren Zellen dieser Kerne verbinden; die grösseren Zellen derselben stehen nach Luys mit den Fasern des Pes pedunculi in Verbindung. In seiner späteren Arbeit (Ikonographie etc.) ändert Luys seine Ansicht (ohne übrigens darauf aufmerksam zu machen), insofern er die Fasern des Luys schen Körpers jetzt nicht mehr aus dem RK, sondern direkt aus Bindearmfasern, die nur der lateralen Wand des RK anliegen, ableitet. In dieser letzten Arbeit bezeichnet er auch unverkennkar die drei Laminae medullares des Linsenkernes als die Faserschlingen aus dem Luys schen Körper, die hier wieder zusammenkommen, um dann mit den kleinen Zellen des Linsenkernes sich zu verbinden. Solche Faserverfolgungen und Verbindungen gehören zu derselben Kategorie, wie diejenige des hinteren Längsbündels bis zur Rinde des Operculum nach Meynert (siehe unten). Man darf sich solche Bahnen *denken*, und ganz unmöglich ist es nicht, dass sie für einzelne Fasern vorhanden sind; sie aber als tatsächliche Ergebnisse hinzustellen, ist unstatthaft. Die Untersuchung des schönen hiesigen Materiales gab mir nicht die Möglichkeit, mehr zu behaupten, als das, was ich vorhin angegeben habe. Luys gebührt aber das Verdienst der Entdeckung des eben abgehandelten eigentümlichen Gebildes. Er kennt auch seine pigmentierten Zellen, beschreibt seine Lage richtig, sowie einen Teil der austretenden Fasern (die lateral-ventralen, welche den Pes pedunculi in Felder teilen).

17. **Dorsale Schicht der Regio subthalamica.** Ich überspringe vorläufig die mittlere Schicht der Regio subthalamica (zona incerta) und gehe zu der am meisten dorsal gelegenen über. Dieselbe besteht beim Menschen dicht oberhalb des RK, in Fig. 11, aus dem oben schon oft

erwähnten, aus den feinsten Markfasern bestehenden Feld H, in welches, wie wir sahen, Fasern des HL, Längsfasern der Formatio reticularis und vielleicht auch Fasern des Bindearmes resp. des RK überzugehen scheinen oder, vorsichtiger und richtiger ausgedrückt, übergehen können. — Dieses Markfeld kann man beim Menschen als einen Fortsatz der Markkapsel des RK nach oben bezeichnen, wie es an Sagittalschnitten sehr gut zu sehen ist. Es ist so diffus, verliert sich sowohl medial als ventral so unabgrenzbar in die Zona incerta, während es sich lateral immer dünner, lamellenartig werdend, direkt in die Lamina medullaris externa fortsetzt, dass man höchstens sagen kann, es scheinen im grossen und ganzen seine Fasern einen sagittalen Verlauf zu nehmen. Weiter oben, in der untersten Querebene des Corpus mammillare, erfährt das Feld H eine sehr wichtige Aenderung. An der Stelle, wo (Fig. 12 und 13) das Vicq d'Azyrsche Bündel (aufsteigender Gewölbschenkel Meynerts) medial ihm dicht anliegt, spaltet es sich, an Faserzahl und Dichtigkeit, wie es scheint, eher zu- als abnehmend, in zwei Abteilungen. Die eine (H_1 Fig. 13) dorsale bleibt mit der Lamina medullaris externa in direkter Kontinuität. Die andere (H_2 Fig. 13) sinkt ventralwärts in die Zona incerta, wird kompakter und schickt einen Markfortsatz, d. h. eine flächenhaft ausgebreitete, in dorsal-ventraler Richtung abgeflachte Marklamelle, lateralwärts über den oberen Teil der dorsalen Markkapsel des Luysschen Körpers hinüber (Fig. 13). Nach oben zu wird dieser Fortsatz der Abteilung H_2 immer dicker, legt sich ganz dicht dem Luysschen Körper an, und biegt um dessen laterale Kante herum in die Capsula interna, an deren Uebergang in den Pes pedunculi, hinein. Dabei teilt er sich in mehrere Bündel, welche die Capsula interna in senkrechte Felder durch und durch genau so zergliedern, wie die lateral-ventralen Bündel aus dem Luysschen Körper, denen sie sich unmittelbar anschliessen (Fig. 14). Weiter oben (Fig. 15) ist der Luyssche Körper ganz verschwunden, und das dem Pes pedunculi resp. der Capsula interna jetzt fast dicht anliegende Markfeld oder Markbündel H_2 sendet nun allein die diese Gebilde in Felder teilende Bündelchen. Noch weiter oben hört die Teilung des Pes pedunculi resp. der Capsula interna in Felder auf; doch ist das jetzt verkleinerte Markfeld H_2 immer noch, lateral am Pes pedunculi angelehnt, medial mit einer Spitze in die Zona incerta hineinragend (Fig. 16, 17), vorhanden, bildet aber nunmehr nur ein Faserbündel gemeinsam mit dem Rest seines vorhin erwähnten Fortsatzes. In der Ebene der Fig. 17 sendet es medialwärts — dorsal von der Radix anterior des Fornix (absteigender Gewölbschenkel Meynerts) — ein kleines Faserbündel ab, das weiter oben, ventralwärts umbiegend (Fig. 18, X), in das Tuber cinereum, medial von der Radix anterior des Fornix, sich verliert. In der Ebene der Fig. 18 diffundiert das Feld H_2

am medialen Ende der Capsula interna [1]) in die Substantia innominata Reils und zwar, wie es mir scheint, in die Abteilung derselben, welche Meynert Linsenkernschlinge genannt hat (Fig. 19, Li. Schl.). Die aus der Teilung des Markfeldes oder Markbündels H hervorgegangene Abteilung H_1 ist schwächer als die Abteilung H_2, bleibt, wie gesagt, in Zusammenhang mit der Lamina medullaris externa und geht allmählich nach oben zu (Fig. 14—19) unabgrenzbar in die zugleich am meisten medial und am meisten ventral gelegenen Längsfasern des Thalamus über. Eine mehr oder weniger deutliche Vermischung dieser Längsfasern des Thalamus mit den Fasern aus den ventralen Schichten der Substantia innominata findet übrigens weiter oben (Fig. 21, 22) statt (siehe unten.)

Ein Rückblick auf Fig. 11 und 12 wird sofort klar machen, dass in denselben eine Trennung der Fasern aus H_1 und aus H_2 unten im Feld H unmöglich ist, noch unmöglicher vielleicht aber eine Trennung der Fasern aus dem medialen Teil und aus dem lateralen Markfortsatz von H_2. Wenn wir aber den eben geschilderten Verlauf des Bündels H_2 mit dem von Meynert beschriebenen und zum Teil abgebildeten Verlauf seines hinteren Längsbündels vergleichen, so müssen wir die Identität beider anerkennen. Aus der Abbildung Meynerts [2]) geht sogar hervor, dass der laterale Markfortsatz der Abteilung H_2 seinen dem HL sich anschliessenden vermeintlichen Quintusbündeln aus der Hemisphäre entspricht (siehe oben). Die Fig. 6 Meynerts (a. a. O.) entspricht nahezu unserer Fig. 15. Das Bündelchen X (Fig. 18) entspricht ganz sicher den Fasern aus dem Trichter, die Meynert (Strickers Handbuch) sich dem HL hinzugesellen lässt. Nun aber beschreibt Meynert (Strickers Handbuch, Seite 740) als Fortsetzung des Bindearmes in die Hemisphäre einen Stabkranzfächer, der schwerlich etwas anderes sein kann, als das Feld H und eine Fortsetzung desselben in den lateralen Markfortsatz der Abteilung H_2. Um die Wirklichkeit mit Meynerts Beschreibungen in Einklang zu bringen, müsste man in H das ganze HL und den Bindearm getrennt vorhanden sich denken, und dann das HL in den medialen Teil, den Bindearm in den lateralen Fortsatz von H_2 verfolgen, wobei freilich die Quintusfasern zur Hemisphäre ihren Platz verlieren oder sich höchstens weiter oben im lateralen Markfortsatz (etwa Fig. 16 oder 17) noch finden würden. Von solchen Verfolgungsversuchen in unentwirrbar diffusen Markfeldern wollen wir aber hier lieber ganz absehen. Möglich

[1]) In dieser Ebene ist eigentlich der Pes pedunculi in die Capsula interna ganz übergegangen.

[2]) Beiträge zur Kenntnis der zentralen Projektion der Sinnesoberflächen. Sitzber. der Wiener Akad. d. Wissensch. 2. Abt. 1869. Fig. 6.

ist es am Ende (siehe oben), dass in den Feldern H_1 oder H_2 Bindearmfasern oder Fasern aus dem RK sich befinden, aber jedenfalls ist der oben beschriebene, wohl von Henle, aber nicht von Meynert berücksichtigte, dorsal- und lateralwärts gegen den ventralen Teil des Thalamus ziehende Bündelfächer aus dem RK eine weitaus wichtigere und fester begründete Fortsetzung der Bindearmfasern.

Auf die Verhältnisse bei den Tieren hier einzugehen, würde zu weit führen. Es sei nur erwähnt, dass beim Affen die Sache sich nahezu wie beim Menschen verhält, dass dagegen beim Hunde und beim Kaninchen das Feld H sehr diffus ist und kaum eine weitere Trennung oder Verfolgung erlaubt.

18. **Zona incerta.** Es bleibt uns noch die mittlere Schicht der Regio subthalamica kurz zu beschreiben. Dieselbe enthält verhältnismässig mehr graue Substanz als beide anderen und liegt undeutlich abgegrenzt zwischen beiden. Sie zeigt überall spärliche, unscheinbare, zellige Elemente und eine ungemein feine und weit zerklüftete Faserung, welche, in den Querschnitten betrachtet, von der ventralen und medialen Seite her, dorsal- und lateralwärts, parallel der Längsaxe der Zona incerta im Querschnitt, zu verlaufen scheint. Ueber das Wohin und das Woher dieser Fasern kann ich fast gar nichts sagen. Dass manche Fasern aus dem Bindearm, aus dem RK, aus dem Luys schen Körper darunter sein können, ist klar; unterscheidbar sind sie aber nicht. Höchstens kann man in den untersten Teilen der Zona incerta Faserzüge wahrnehmen, die von der lateralen Fläche des RK zur Gitterschicht oder zum Stabkranz zu verlaufen scheinen, und die sich eng an das grosse Bündel aus dem RK (Ba Th in den Figuren) anschliessen. Vielleicht stammen solche Faserzüge aus der Schleifenschicht. Unten fängt die Zona incerta schon etwa in der Ebene der Fig. 6 zwischen der Substantia nigra und dem grossen Bündel aus dem RK an. An dieser Stelle ist sie zwar von der Substantia nigra schon ziemlich scharf abgegrenzt; dagegen wird sie von Fasern des Bündels Ba Th (der Schleifenschicht?) und des unteren Endes vom Stabkranz vielfach durchsetzt. Es ist dies eine ungemein verwirrte Gegend, worüber sich nichts Gewisses sagen lässt. Oft scheinen die Bündelchen aus dem Bündel Ba Th durch den ventralen Teil des Thalamus, die Zona incerta und die Gitterschicht hindurch, in den Stabkranz zu gelangen. Weiter oben setzt sich die Zona incerta, reiner werdend, zwischen Luys schem Körper und Lamina medullaris externa fort, lateral in die Gitterschicht des Thalamus übergehend (Fig. 11), wird dann durch das Markbündel H_2 in zwei Abteilungen geteilt, deren dorsale allein mit der Gitterschicht in Verbindung bleibt (Fig. 13) und, welche beide wieder in der Ebene der Fig. 18 zusammenfliessen, um bald darauf (Fig. 20) zu verschwinden, indem an ihre Stelle

die Substantia innominata tritt. Medialwärts geht allenthalben die Zona incerta unabgrenzbar in das zentrale Höhlengrau des III. Ventrikels über, von welchem sie nur streckenweise durch das Vicq d'Azyr sche Bündel und durch die Radix anterior des Fornix getrennt wird.

Für die Verhältnisse bei anderen Säugetieren gilt das vorhin von der dorsalen Schicht der Regio subthalamica Gesagte. Da jedoch sowohl diese dorsale Schicht als der Luys sche Körper sehr undeutlich sind, so ist die unbestimmte graue Substanz zwischen Lamina medullaris externa und Pes pedunculi wohl hauptsächlich als der Zona incerta entsprechend zu betrachten. Somit hätten wir die Bestandteile der Regio subthalamica erschöpft.

19. **Substantia innominata.** Schon in der Querebene der Fig. 16, wo das Tuber cinereum anfängt, rückt der Pes pedunculi, lateralwärts in die Capsula interna nach und nach übertretend, und lässt medial, zwischen sich, dem vorhin besprochenen Bündel H_2, der Radix anterior des Fornix und dem Tractus opticus eine Stelle frei, welche nun von unbestimmt begrenzter grauer Substanz mit diffusen zersprengten Fasern ausgefüllt wird, und deren dorsaler Teil die obere Fortsetzung des ventralen Abschnittes der Zona incerta ist. In diese breiter gewordene Stelle tritt nun ziemlich plötzlich in der Ebene der Fig. 18 eine Bogenfaserung ein, welche bis in die Querebene des Chiasma nervi optici sich fortsetzt, aus sehr feinen, diffus zersprengten Fasern besteht, und von Reil Sustantia innominata genannt wurde (Burdach). Meynert glaubt,[1]) dass sie der „Anse pédonculaire" von Gratiolet (a. a. O.) entspricht, und nennt sie daher, diesen französischen Ausdruck übersetzend, „Hirnschenkelschlinge". Dieses ist aber nur zum Teil gerechtfertigt. Die Beschreibung, welche Gratiolet (a. a. O.) von seiner „Anse pédonculaire" gibt, ist zwar sehr unklar, doch geht aus derselben sicher hervor, dass Gratiolet ausser der Substantia innominata noch zum grossen Teil die Capsula interna und die meisten Fasern um den Linsenkern herum dazu rechnet, so dass es nicht gestattet ist, beide Ausdrücke als synonym zu erklären. Nach Meynert besteht nun die Substantia innominata aus vier Faserschichten:

1. Die am meisten dorsal gelegene oder Linsenkernschlinge Meynerts besteht aus Fasern, die aus dem Linsenkern durch seine ventrale Fläche austreten, dann medialwärts verlaufen, ferner dorsalwärts umbiegen und sogleich die am meisten medial gelegenen Bündel des Pes pedunculi bilden, um zu den Kernen der Nervi oculomotorii und Trochlearis zu gelangen, wo sie in der Raphe eine der Pyramidendecus-

[1]) Und Huguenin schreibt es ihm nach. (Lehrbuch etc. a. a. O.)

sation äquivalente Kreuzung bilden. 2. Die folgende Schicht ist nach Meynert ein horizontal gelegenes glattes Ganglion (Ganglion der Hirnschenkelschlinge), in dessen Zellen das HL ein vorläufiges Ende erreicht. 3. Als dritte Schicht oder unteren Stiel des Sehhügels bezeichnet Meynert eine Faserschicht, die, vom Schläfenlappen und von der Inselrinde herstammend, in den medialen ventralen Teil des Thalamus sich einsenkt. 4. Die vierte, am meisten ventral gelegene Schicht oder Stratum zonale, Anteil der Substantia innominata, ist nach Meynert ein Bündel aus dem Schläfenlappen, welches, das vorige bedeckend, zur Aussenfläche des Thalamus gelangt und dort das sogenannte Stratum zonale (markige Oberfläche des Thalamus) mitbilden hilft.

Den Verlauf der gesamten Faserung der Substantia innominata kann man folgendermassen resümieren: Fasern, die, von lateralen Gegenden herkommend, medialwärts strebend und dicht ventral vom Linsenkern verlaufend, zwischen dessen medialen Kernen und dem Tractus opticus hineintreten, alle zusammen dorsalwärts umbiegen und dann verschiedene Richtungen einschlagen. In dieser allgemeinen Fassung, allein nahezu nur in dieser, kann ich den angeblichen Verlauf der Substantia innominata erkennen. Gehe ich auf die Meynert schen Kategorien ein, so hört die Uebereinstimmung grossenteils auf. Die Linsenkernschlinge (Fig. 19, Li Schl.) lässt sich allein deutlich von der übrigen Substantia innominata durch ihren unzweifelhaften Ursprung aus dem Linsenkern und zwar, wie es scheint, aus dessen Laminae medullares, unterscheiden. Jedoch kann man sie nicht mit Sicherheit weiter verfolgen als bis dahin, wo sie in Fig. 18 und 19 sichtbar ist, d. h. als bis zum medial-ventralen Teil des Pes pedunculi. Die Richtung ihrer Fasern ist von da an, wegen der grossen Faserschlängelungen und Vermischungen dieser Gegend, nicht weiter erkennbar. Wie demnach Meynert solche Fasern bis zu den Kernen der Augenmuskelnerven, nach vorhergehender Kreuzung in der Raphe, verfolgen kann, verstehe ich nicht (vergl. Fig. 3—19). Ein irgendwie abgrenzbares Ganglion der Hirnschenkelschlinge habe ich trotz des gewissenhaftesten Suchens nicht finden können. Als solches kann ich nur eine ganz diffuse, gar nicht begrenzte Lage grauer Substanz mit unscheinbaren, spärlichen, zelligen Elementen, durchsetzt von lateral-medial verlaufenden, ungemein feinen Nervenfasern, in Fig. 19 bezeichnen, welche dicht unterhalb der Linsenkernschlinge vom Querschnitt der vorderen Kommissur bis zum Querschnitt des Tractus opticus sich erstreckt, und ventralwärts unabgrenzbar in die folgenden Schichten übergeht. Wie nun Meynert aus dem eigentlich in die Linsenkernschlinge (Fig. 18) verschwindenden Bündel H_2 sein weiter unten schon ganz unverfolgbares HL bis in die

Zellen eben genannter grauer Substanz verfolgt, ist schon unbegreiflich. Viel unfassbarer ist aber noch, wie er die Fasern des HL aus den Zellen dieser grauen Substanz jenseits (lateralwärts) neu entspringen, dann zuerst zwischen Commissura anterior und Linsenkern (Fig. 19, AK HL) und ferner durch die äussere Kapsel (AK) verlaufen lässt, um sie schliesslich bis in die Zellen der Rinde des Klappdeckels (obere Fig. 19) und der übrigen Wandungen der Sylvischen Spalte zu verfolgen. Man kann die Fig. 18—22 durchsehen, kann aber auch sämtliche Schnitte der fortlaufenden Schnittreihe durchmustern, ohne irgendwo einen Abschnitt des von Meynert angegebenen Verlaufes seines HL deutlicher als in Fig. 19 sehen zu können: auch helfen dazu stärkere Vergrösserungen gar nichts. Schon früher (a. a. O.) konnte ich bei den niederen Säugetieren nicht nur das HL nicht weiter nach oben als in die Vierhügelgegend verfolgen, sondern (ausser beim Affen) nicht einmal mehr eine deutlich begrenzte, geschweige eine in Schichten geteilte, Substantia innominata finden. Ich kann nun jetzt vom Menschen fast das gleiche betreffs des HL behaupten, und muss die Meynertsche Darstellung und Verfolgung des HL von der Gegend der hinteren Kommissur an nach oben für eine anatomische Unmöglichkeit erklären.

Etwas mehr Begründung haben die zwei ventralen Schichten Meynerts in der Substantia innominata, aber nur beim Menschen kann man sich davon überzeugen. Sie sind nur sehr undeutlich voneinander zu trennen. Man sieht aber, dem von Meynert angegebenen Verlauf entsprechend, eine ungemein feine, durch ziemlich viel graue Substanz zerklüftete Fasermasse aus der ventral (Stz. Schl. Fig. 21) und medial (U. Th. St. Fig. 21) von der vorderen Kommissur gelegenen Gegend her medialwärts verlaufen und dann in undeutlichen, wolkigen, zerklüfteten Faserzügen dorsalwärts, als oberer Teil der Substantia innominata (Fig. 20, 21, 22), gegen den Thalamus opticus umbiegen. Und es scheinen in der Tat (Fig. 21) die Fasern aus U.Th.St mehr direkt gegen die Thalamussubstanz, dagegen diejenigen aus Stz. Schl. mehr gegen die Oberfläche des Thalamus sich zu richten (Fig. 21). Dass sowohl Stz. Schl. als U. Th. St. aus der Rinde der Insel und des Schläfenlappens, vielleicht auch aus dem Mandelkern stammen, ist wahrscheinlich, doch nicht sicher nachgewiesen. Noch weniger kann man diesen Ursprung näher präzisieren.

Schon aus den Figuren ersieht man nun, wie schwer eine nur einigermassen befriedigende grobe Verfolgung der Markzüge in dieser Gegend ist. Bedenkt man aber, dass, abgesehen von der Linsenkernschlinge, das ganze Mark der Substantia innominata aus ungemein feinen Fasern ohne imbibierbare Axenzylinder besteht und mit viel grauer Substanz untermischt ist, so dass es gewiss keine dem relativ

grossen Raum, den es einnimmt, entsprechende Mächtigkeit besitzt — dann wird man noch bescheidener in seinen Forderungen an die reine Anatomie werden, und sich hier wie bei der gleich beschaffenen Regio subthalamica einfach mit einer groben Topographie, vorläufig wenigstens, begnügen müssen. Ueber die Verhältnisse bei den anderen Säugetieren habe ich dem schon Angedeuteten und dem in meiner früheren Arbeit (a. a. O.) Gesagten nichts hinzuzufügen. Es ist hier eben alles noch viel diffuser als beim Menschen und das Mark der Substantia innominata überhaupt nur ganz schwach entwickelt.

20. **Kommissuren im zentralen Höhlengrau.** Im Tuber cinereum, dorsal von beiden Tractus optici, ist (Fig. 21) eine kleine Faserkommissur (C. ob. opt.) abgebildet, welche Meynert entdeckt hat (Stricker, Fig. 245 A; Seite 732) und die er als Kommissur des zentralen Höhlengraues beschreibt, indem dieselbe nach seiner Angabe rückwärts (abwärts) umbeugend, nur eine Strecke weit in das zentrale Höhlengrau verfolgt werden kann. Diese Kommissur, welche nicht mit der Gudden schen, dem Tractus opticus innig angeschlossenen Commissura inferior verwechselt werden darf, kann in unserer Querschnittreihe ohne Mühe beiderseits nach unten verfolgt werden, wobei man sich leicht überzeugt, dass dieselbe sich nicht im Tuber cinereum verliert, sondern dass sie lateralwärts zwischen Tractus opticus und Linsenkernschlinge in die Substantia innominata eindringt (Fig. 19, C. ob. opt.), und daselbst ungefähr die Stellung einnimmt, die nach Meynert das HL einnehmen soll. Weiter kann man sie nicht gesondert verfolgen, indem ihre Fasern sich mit denjenigen der übrigen Substantia innominata vermischen. Auffallend ist es, dass Meynert dieses leicht sichtbare Bündel nicht über das Tuber cinereum hinaus verfolgen konnte. Dass dasselbe auch bei den anderen Säugetieren vorkommt, habe ich bereits früher (a. a. O.) angegeben.

In Fig. 11 y sieht man beim Menschen einen kommissurartigen dünnen Faserzug dicht ventral von der ventralen Abteilung des dritten Ventrikels verlaufen. Es ist dies die Gegend der Lamina perforata posterior. Vielleicht entspricht dieser Zug den Kreuzungen, die ich früher (a. a. O.) beim Maufwurf und bei der Maus an einer etwas weiter oben, sonst aber ganz gleich gelegenen Stelle beschrieben habe. Diese Fasern sind nicht immer deutlich zu sehen.

3) Zusatz, den Thalamus opticus betreffend.

Somit wäre ich mit meiner eigentlichen Aufgabe fertig und nur einige Punkte betreffs des Thalamus opticus müssen noch hier berichtigt werden. Meynert hat die Angaben von Luys über dessen Thalamuszentren zum Teil unrichtig aufgefasst und leider habe ich früher (a. a. O.)

ohne weiteres die Meynertsche Auffassung aufgenommen, was fernere Begriffsverwirrungen meinerseits veranlasst hat.

Vor allem muss ich der damals (a. a. O.) von mir bei Säugetieren beschriebenen *Lamina medullaris externa*[1]) des Thalamus eine noch grössere Konstanz anerkennen, indem ich jetzt dieselbe ähnlich gestaltet und gleichliegend auch beim Menschen finde. Man kann sie in den Figuren 10—17, auch noch weiter oben und unten, erkennen. Ihren Zusammenhang mit den Markfeldern H und H 1 haben wir bereits gesehen. Sie kann als laterale und ventrale Grenze des Thalamus opticus gelten, wenn man die lateral von ihr liegende Gitterschicht, das Stratum reticulatum von Arnold (Fig. 12 etc. Gitt.) vom Thalamus ausscheidet. Diese Marklamelle, welche ganz enge Beziehungen zu den Radiärfasern des Thalamus besitzt, hat gewiss eine weit grössere Bedeutung als die übrigen in der Säugetierreihe inkonstanten Meynertschen Laminae medullares des Thalamus (Fig. 8, LMI, LM, M etc.). Beim Menschen ist sie nicht gerade scharf ausgeprägt, sondern löst sich zum Teil in der Gitterschicht auf; an ihrer Stelle ist aber mindestens eine Knickung der Radiärfasern des Thalamus vorhanden, wodurch ihr Verlauf ganz konstant gekennzeichnet wird.

Ferner aber muss ich auf die Einteilung des Thalamus in Kerne zurückkommen. Als Centre médian von Luys hat Meynert, sowie (ihm folgend) Huguenin und ich (a. a. O.), eine Abteilung des Thalamus beschrieben und bezeichnet, welche nichts weniger als das ist, was Luys unter Centre médian versteht. Es entschuldigen zwar die ausnehmend schlechten unförmlichen Abbildungen und die verwirrten Beschreibungen von Luys in seiner ersten, damals noch allein erschienenen Arbeit (Recherches etc., 1865) zum Teil diesen Irrtum. Nach dem neuen photographischen Atlas von Luys (Ikonographie etc., 1873) ist aber eine Verwechslung nicht mehr möglich; es sind hier natürlich die Bilder, wo sie klar sind, ganz naturgetreu. Nicht der Centre médian von Luys, wie Meynert (Strickers Handbuch, Seite 739) angibt, ist es, der dem inneren Kern Burdachs entspricht, und der von der am meisten medial gelegenen Lamina medullaris umfasst wird, sondern der Centre moyen von Luys. Allerdings ist die Abbildung Meynerts (Stricker, Fig. 248) so unrichtig,[2]) dass man das dort mit Cm bezeichnete Gebilde fast ebensogut für Centre médian als für Centre moyen nehmen kann. Ebenso irrig war es, als ich früher die Hauptmasse des Thalamus für den Centre moyen von Luys erklärte (a. a. O., Seite 9). Der Sachverhalt ist folgender.

---

[1]) Wohl der Lamina cornea der alten Autoren mehr oder weniger entsprechend.

[2]) Vergl. diese Fig. 248 von Meynert mit unserer ungefähr entsprechenden Fig. 7.

Nach Burdach (a. a. O., Band II, Seite 121) besteht der Thalamus ausser dem Pulvinar (Pulv. in unseren Figuren) aus drei grauen Kernen: 1. innerer Kern (inn. in unseren Figuren), 2. äusserer Kern (äuss.), 3. oberer Kern (ant.). Als Lamina medullaris Thalami bezeichnet er ein Markblatt, das den inneren Kern vom äusseren trennt (LMI, Fig. 8, 10), als Lamina cornea die Lamina medullaris externa (?) oder die Gitterschicht (?). Diese Darstellung Burdachs ist eine nahezu ganz tadellose und daher ist sie beizubehalten oder, besser gesagt, wieder zu Ehren zu bringen. Luys dagegen betrachtet den äusseren Kern Burdachs, den er mit Recht nach unten in das Pulvinar sich fortsetzen lässt, als eigentlichen Thalamus (Couches optiques), unterscheidet aber medial von ihm vier sich von oben nach unten folgende Kerne: 1. *Centre antérieur*, oberer Kern Burdachs; 2. *Centre moyen*, innerer Kern Burdachs; 3. *Centre médian* (méd. in unseren Fig. 5—8), von Luys zuerst entdeckt, mit vielen Markfasern, ganz tief in der Thalamussubstanz, zwischen RK, innerem Kern und äusserem Kern versteckt liegend; 4. *Centre postérieur*. Als seinem Centre postérieur nach aussen entsprechend, bezeichnet Luys eine Hervorragung, welche von der medialen Fläche des Pulvinars, wenn dasselbe lateralwärts umbiegt, gebildet wird, und welche gegen den oberen Zweihügel, etwas lateral von ihm, gerichtet ist. Eine diesem Höcker entsprechende innere Abgrenzung eines Kernes gibt es nicht und es scheint der Centre postérieur ein theoretisches Fabrikat von Luys für das Bedürfnis seiner sonderbaren physiologischen Ansichten zu sein.

Dass die Kerne des Thalamus ineinander übergehen, haben bereits Meynert (Strickers Handbuch, Seite 733) und ich (a. a. O.) gezeigt. Ausserdem habe ich damals nachgewiesen, dass man bei den niederen Säugetieren keine deutlichen Kerne mehr finden kann, die den Thalamuskernen des Menschen und der Affen entsprechen oder höchstens allenfalls den oberen Kern (ant.). Schon Burdach (a. a. O., Seite 122) und nicht erst Meynert, wie ich es (a. a. O., Seite 10) irrtümlich angab, hat den oberen Kern als einen oben (für ihn vorn) mächtigen, nach unten aber (für ihn nach hinten) als dünnen Streifen zwischen Stria cornea (Hornstreifen) und Taenia Thalami optici (Sehstreifen) an der dorsalen Fläche des Thalamus sich fortsetzenden grauen Kern beschrieben, was man an unseren Figuren (21—4) erkennen kann. Aus dem Vorhergesagten geht hervor, dass die innerste Lamina medullaris Meynerts (Lamina medullaris Burdachs), welche nach ihm den Centre médian begrenzen soll (LMI, Fig. 8) nicht denselben, sondern den Centre moyen, den inneren Kern, lateral begrenzt. Sie besitzt übrigens durchaus nicht die scharfe Ausprägung, die ihr Meynert (Strickers Handbuch, Fig. 248) gibt; sie ist sogar

ziemlich verwaschen respektive zerklüftet. In der Tat liegt der Centre médian *zwischen* zwei Laminae medullares, die ihn dorsal und ventral begrenzen, während er lateral zum Teil unabgrenzbar in den äusseren Kern übergeht. Somit besitzt er auch wohl nicht die besondere Wichtigkeit, die ihm L u y s erteilt. Endlich bedarf meine damals (a. a. O.) für andere Säugetiere ausgesprochene Behauptung, dass die Lamina medullaris externa die anderen Laminae medullares in sich aufnimmt, für den Menschen einer kleinen Korrektur. Beim Menschen macht die innerste Lamina medullaris (LMI, Fig. 8 etc.), welche bei anderen Säugetieren undeutlich ist, eine Ausnahme davon und verliert sich medialwärts in das zentrale Höhlengrau des III. Ventrikels.

Schlussbemerkungen.

Ich habe nun diese eigentümliche und in ihrer Bedeutung so rätselhafte Hirnregion der Haube mit ihren weitesten Verbindungen nach oben topographisch dargestellt, soweit mir das Studium des eingangs angegebenen Materiales ihre Struktur zu erkennen erlaubte. Nur ihre untere Fortsetzung in die Oblongata habe ich unberührt gelassen, welche von so vielen ausgezeichneten Forschern (C l a r k e , S t i l l i n g , D e a n , D e i t e r s , M e y n e r t , F l e c h s i g etc.) durchgearbeitet worden und daher viel besser bekannt ist. Wie weit wir nun noch entfernt sind, auch nur einen annähernden Ueberblick des wirklichen Faserverlaufes in dieser Region zu besitzen, erhellt zur Genüge aus dieser Arbeit. Ich bin am allerersten überzeugt, dass an obiger Darstellung sehr viel zu korrigieren und zu ergänzen übrig bleibt. Dennoch glaube ich, dass der *rein anatomische Weg*, wenigstens mit den *gegenwärtigen Methoden* der Untersuchung, uns leider nicht *sehr viel tiefer* in die Hirnorganisation einzudringen erlauben wird. Ich bedaure sehr, dass ich so viele Resultate anderer Autoren bekämpfen musste, während ich so wenig für das in Abrede Gestellte aufzubauen im stande war. Dazu zwang mich aber trotz aller Abneigung die übergrosse Masse vorhandener unbegründeter, phantasiereicher Angaben.

Kurz will ich noch eine *hypothetische* Deutung der Haubenteile versuchen. Hierbei schliesse ich mich eng den besonders von D e i t e r s klar geäusserten Anschauungen an, die derselbe gewiss, wenn er nicht durch den Tod abgehalten worden wäre, in diesem Sinne weiter zutage befördert hätte. Statt, wie M e y n e r t , in der Retina ein Analogon

der Hirnrinde, und im oberen Zweihügel ein Hirnganglion zu sehen, ist es gewiss rationeller und natürlicher, in allen Hirnnerven Analoga der Rückenmarksnerven zu erkennen. Sieht man mit Deiters u. a. die crura cerebelli nur als eine fremdartige Einflechtung in die Organisation der Oblongata an, und nimmt man den aus dem Grosshirn direkt für sich stammenden Pes pedunculi weg, so bleibt die Gegend des Isthmus, der Haube, sowie die Oblongata, der Hauptsache nach als eine freilich modifizierte Fortsetzung des Rückenmarkes nach oben vorhanden, wobei selbst die zentrale Höhle bekanntlich wieder als Aquaeductus Sylvii (dem Zentralkanal entsprechend) ringsum eingeschlossen wird. Von dieser Idee geleitet, muss man dann die Kerne der Augenmuskelnerven einfach, gleichwie die motorischen medialen Kernsäulen der Oblongata (Hypoglossus, Abducens etc.), als dem Vorderhorn des Rückenmarkes entsprechend betrachten, während der obere Zweihügel mit dem Corpus geniculatum externum als Kern des Opticus, gleichwie die mehr sensiblen lateralen Kernsäulen der Oblongata (Acusticus, Vagus etc.), dem Hinterhorn entsprechen müssen. Der vorderen Kommissur entsprechend wären dann zum Teil (in der Nähe der Nervenkerne) die Raphekreuzungen; den Rückenmarkssträngen[1]) für die Hirnnerven entsprechend wären die hinteren Längsbündel und ein Teil der Längsfasern der Formatio reticularis. Den Fasern der hinteren Kommissur des Rückenmarkes würde die Commissura posterior Cerebri mit ihrer Fortsetzung in das Mark des oberen Zweihügels, beide allerdings viel mächtiger als die Rückenmarkskommissur, entsprechen. Der Opticus ist aber auch sehr mächtig. Für die vorigen Deutungen scheint die schwache Entwicklung des HL und der Commissura posterior beim Maulwurf zu sprechen. Ob der RK mit der unteren Olive (Luys) oder mit anderen Oblongatakernen verglichen werden kann, ist schwer zu sagen; verlockend wäre die Analogie der Bogenfasern der Haube (besonders V H Kr, Fig. 23 etc.) mit den Fibrae arcuatae der Oblongata, Inwiefern jedoch diese Gebilde Beziehungen zum Kleinhirn haben könen. ähnlich wie sie Deiters und mit ihm Meynert für die Fibrae arcuatae der Oblongata annehmen (mittelbare Verbindung der Corpora restiformia mit den Hintersträngen durch die untere Olive), will ich nicht einmal hypothetisch auszusprechen wagen.

In den spitzwinklig gekreuzten Fibrae rectae der Raphe eine der Pyramidenfasern entsprechende Bildung für die höher gelegenen Hirnnerven anzusehen, wie es Meynert tut, hat gewiss manches Be-

---

[1]) Verbindungsfasern zwischen Nervenkernen nach Deiters, Flechsig u. a., und ausserdem Pyramidenbahn, sowie direkte Kleinhirnseitenstrangbahn (Flechsig).

stechende. Ein Vergleich der Raphekreuzungen mit der vorderen Kommissur des Rückenmarkes, die auch eine Kreuzung ist, liegt aber noch näher. Wird beides angenommen, so muss man, als der vorderen Rückenmarkskommissur entsprechend, zum Teil wenigstens, gekreuzte Wurzelfasern der Hirnnerven (Fasern aus den Axenzylinderfortsätzen der Zellen der Nervenkerne[1]) annehmen, während vom Kern aus zentral verlaufende Fasern zum Teil den Pyramidenfasern entsprechen würden; erstere würden nach ihrer Kreuzung der austretenden Nervenwurzel, letztere dem aufwärts gehenden Pes pedunculi sich anschliessen. Die äussere absteigende Quintuswurzel und deren Kern, sowie die fontänenartige Haubenkreuzung Meynerts sind so eigentümlich und stehen so sehr allein im Zentralorgan da, dass eine Vergleichung derselben mit Rückenmarksgebilden nicht möglich ist. Höchstens liessen sich die Blasenzellen des Quintus mit Zellen peripherer Ganglien vergleichen. Inwiefern die Längsfasern der Formatio reticularis der Haube als unmittelbare oder nur als mittelbare (durch Zellen unterbrochene) Fortsetzung der Rückenmarksstränge, wie es Deiters und zum Teil Flechsig für diejenigen der Oblongata wollen, zu betrachten sind, ist eine kaum lösbare Frage. Jedenfalls sind mir solche Gründe beider genannten Autoren, wie die Verkleinerung des Faserkalibers (Deiters) und das etwas ungleichzeitige Markigwerden beim Fötus (Flechsig) durchaus keine genügenden Beweise eines nur mittelbaren Zusammenhanges.

Der Nervus olfactorius lässt sich auch in dieses Schema nicht einreihen, wenigstens erlauben es unsere Kenntnisse seiner Verbindungen noch nicht. Höchstens liesse sich an Faserverbindungen mit der Haubenregion durch die Regio subthalamica denken. Am Thalamus hört eben nach oben zu jede Analogie mit dem Rückenmark auf. Das zentrale Höhlengrau des III. Ventrikels bildet, wenn man will, mit der Regio subthalamica den oberen Abschluss[2]) des ins Gehirn verlängerten Rückenmarkes. — Ueber die physiologische Deutung der grauen Substanz der Haube, des Thalamus, des unteren Zweihügelganglions mit dem Corpus geniculatum internum, des Luysschen Körpers, der Substantia ferruginea und der Substantia nigra, des Meynertschen

[1]) Vergl. die Arbeit von Dr. Mayser: Experimenteller Beitrag zur Kenntnis des Baues des Kaninchenrückenmarkes. Inaugural-Dissertation der Universität München, 1877 (erscheint demnächst). Verfasser findet, dass die vorderen Wurzeln aus den Axenzylinderfortsätzen der grossen Nervenzellen des Vorderhornes stammen, und zwar zum Teil direkt aus derselben Seite, zum Teil gekreuzt, aus der anderen Seite, durch die vordere Kommissur.

[2]) Bouton terminal de l'axe von Gratiolet (a. a. O.); eigentlich ist die Commissura mollis damit gemeint.

Bündels mit seinen Ursprungsganglien, der verschiedenen Schleifen, der ganzen Regio subthalamica, der Substantia innominata und sogar des Bindearmes erlaube ich mir, hier kein Wort zu äussern, da ich höchstens Hypothesen anderer wiederholen oder unnütze neue Vermutungen vorbringen könnte.

Zum Schluss glaube ich behaupten zu können, dass das Meynertsche Schema der drei Projektionssysteme, was die Haubenbahn betrifft, nur eine geistreiche, aber durch nichts erwiesene Hypothese ist. Einige derselben sogar direkt widersprechende Facta haben wir gefunden. Z. B. muss die Deutung des oberen Zweihügels als sogenanntes oberes Zweihügelganglion und als Ganglion der Haube mit Faseranteilen zum Grosshirn und zum Rückenmark fallen. Dasselbe gilt wohl vom Ganglion habenulae. Andere Meynertsche Ansichten sind, obwohl nicht direkt abweisbar, weil im Dunkel sich bewegend, doch kaum haltbar. Z. B. die Stellung der Substantia nigra zur Seite des Corpus striatum als Ganglion des Fusses, und diejenige eines vermeintlichen Ganglion der Hirnschenkelschlinge zur Seite des Thalamus opticus als Ganglion der Haube.

Es sei noch hinzugefügt, dass ich dem Herrn Professor v. Gudden für die Erlaubnis zur Mitteilung einiger wichtigen, von ihm seit langer Zeit gekannten, aber noch nicht publizierten Tatsachen, sowie für seine sonstige freundliche Unterstützung sehr zu Dank verpflichtet bin. In Bezug auf genannte Angaben habe ich mich übrigens auf das zum Verständnis der Haube unumgänglich Notwendige beschränkt.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel III, IV, V, VI.

Durchgehende Bezeichnungen in allen Figuren ausser Fig. 24 und 26:

VII = Knie der Wurzel des Nerv. facialis.
VI = Wurzeln des Nerv. abducens.
trap. = Corpus trapezoïdes der Oblongata.
Schleifenschicht = Schleifenschicht von Reichert; oben wird nur noch deren Hauptabteilung so bezeichnet.
v.m.a. = Velum medullare anterius (Hirnklappe).
Pyr. = Pyramide der Oblongata.
Br.A = Brückenarm (crus cerebelli ad pontem).
MF = Formatio reticularis der Haube (motorisches Feld von Meynert).
HL = Hinteres Längsbündel der Haube von Meynert.
BA = Bindearm (crus cerebelli ad corpora quadrigemina).

unt. Schleife = Untere Schleife (Schleife aus dem Ganglion des unteren Zweihügels und aus dem Velum medullare anterius).
4 V = Vierter Ventrikel.
S.ferr. = Substantia ferruginea (deren dunkelbraune Pigmentzellen).
IV = Wurzel des Nerv. trochlearis.
IV' = Dieselbe nahe an ihrem Ursprungskern in Fig. 27.
IV Kern = Ursprungskern des Nerv. trochlearis.
Qdg. post. = Ganglion des unteren Zweihügels.
Pons = Pons Varolii.
Br. Qdg. post. = Arm des unteren Zweihügels.
ob. Schleife = Obere Schleife, aus dem lateralen Teil der Schleifenschicht bestehend und zugleich den oberen Teil des Lemniscus der alten Autoren bildend.
Tl. M. Qdg. ant. = Tiefliegendes Mark des oberen Zweihügels.
Tl. G. Qdg. ant. = Tiefliegende graue Substanz des oberen Zweihügels. Sie geht lateralwärts über in die Haube und in das Corpus geniculatum internum.
To. Qdg. ant. = Faseranteil des Tractus opticus direkt zum oberen Zweihügel oder oberflächliches (dorsales) Mark das oberen Zweihügels.
R. Qdg. ant. = Oberflächliche (dorsale) Rindenschicht des oberen Zweihügels.
x = In Fig. 2 und 23 Fasern, welche von der tiefliegenden grauen Substanz des oberen Zweihügels zur Gegend der oberen Schleife oder des Armes des unteren Zweihügels verlaufen, und welche M e y n e r t als Schleife aus dem oberen Zweihügel bezeichnet.
Höl. = Zentrales Höhlengrau um die verschiedenen Hirnhöhlen.
Aqd. Sylv. = Aquaeductus Sylvii.
Pulv. = Pulvinar des Thalamus opticus.
C. G. int. = Corpus geniculatum internum (mediale von H e n l e).
C. G. ext. = Corpus geniculatum externum (laterale von H e n l e).
P = Pes pedunculi (Hirnschenkelfuss, Pedunculus vieler Autoren).
G. hab. = Ganglion habenulae von M e y n e r t.
Hbd. = Meynertsches Bündel (Haubenbündel des Ganglion habenulae von M e y n e r t).
C P = Commissura posterior cerebri. In Fig. 3 erscheint sie doppelt, weil sie in ihrer S-förmigen Biegung zweimal getroffen wurde. Die Lücke zwischen beiden Abteilungen entspricht der nach unten offenen Tasche, welche die Commissura posterior bildet.
III Kern = Ursprungskern des Nerv. oculomotorius.
III = Wurzeln des Nerv. oculomotorius.
RK = Roter Kern der Haube von B u r d a c h.
L. p. p. = Lamina perforata posterior (auch Substantia perforata posterior genannt).
G. L. p. p. = Ganglion interpedunculare von G u d d e n oder Ganglion der Lamina perf. posterior (bei Tieren, Fig. 23 und 27).
Zb St. = Zirbelstreif (Zirbelstiel, Habenula etc.) und dessen Fortsetzung nach oben (Taenia thalami optici von H e n l e).
St. C. = Stria cornea (Hornstreif, Taenia semicircularis etc.).
N. C. = Nucleus caudatus von A r n o l d (Corpus striatum intraventriculare).
Li. = Nucleus lenticularis, Linsenkern (Corpus striatum extraventriculare).
Li_1, Li_2, Li_3 = Medialer, mittlerer und lateraler Kern des Linsenkernes.
L. M. Li = Laminae medullares des Linsenkernes.
ant. = Oberer Kern des Thalamus opticus von B u r d a c h (centre antérieur von L u y s).
inn. = Innerer Kern des Thalamus von B u r d a c h (centre moyen von L u y s).
äuss. = Aeusserer Kern des Thalamus von B u r d a c h.

méd. = Centre médian des Thalamus von L u y s.

Nig. = Substantia nigra oder Soemmeringi. Die Gruppierung der schwarzen Pigmentzellen ist mit Hilfe schwarzer Punkte in den Figuren angedeutet.

H. Fasc. = Haubenfaszikeln, in Fig. 23.

a. abst. VK = Ursprungskern der äusseren absteigenden Wurzel des Nerv. Trigeminus von M e y n e r t (rundliche, blasige, grosse Zellen um das zentrale Höhlengrau des Aquaeductus Sylvii,) Zellen schwarz gezeichnet in Fig. 23.

a. abst. VW = Aeussere absteigende Wurzel des Nerv. Trigeminus von M e y n e r t. In Fig. 23, quer geschnitten.

F H Kr = Fontänenartige (dorsale) Haubenkreuzung von M e y n e r t (zentrale Quintusfasern nach M e y n e r t).

V H Kr = Grosse ventrale Haubenkreuzung zwischen beiden Roten Kernen.

Z in Fig. 23 = ein Feld schräg geschnittener Bündel, in welche die Fasern der ventralen Haubenkreuzung übergehen.

α in Fig. 23 = Bündel aus der Gegend des Corpus mammillare (Haubenbündel aus dem Corpus mammillare nach M e y n e r t).

To = Tractus opticus.

C. G. ext. To = Uebergang des Tractus opticus in und um das Corpus geniculatum externum.

B A Th = Mächtiges Faserbündel, das, aus dem Roten Kerne der Haube und aus dessen Faserumhüllüng kommend, auf-, lateral- und dorsalwärts zum ventralen Teile des Thalamus opticus, zur Gitterschicht, zur Lamina medullaris externa etc. zieht, wo seine Fasern dann sich mit anderen so verweben, dass ihre Richtung nicht mehr verfolgbar ist.

η in Fig. 5 = Ein Faserzug aus dem Stabkranz, welcher möglicherweise mit dem vorigen Bündel zusammenhängt, möglicherweise aber auch von den Resten des Armes des unteren Zweihügels, oder der oberen Schleife, oder anderswo herkommt.

Vasc. = Gefässlöcher der Lamina perforata posterior über dem Foramen caecum anterius.

3 V = Dritter Ventrikel.

γ in Fig. 6 = Mediale kurze Querfaserzüge dicht über dem Foramen caecum anterius; durch andere ähnliche in Fig. 7 ventralwärts fortgesetzt.

S. V. = Seitenventrikel.

Zon. inc. = Zona incerta der Regio subthalamica. Sie wird durch das Bündel H_2 (Fig. 14 u. a.) in zwei Abteilungen geteilt.

For. C. A. = Foramen caecum anterius der Varolsbrücke.

Sp = L u y s scher Körper (Bandelette accessoire de l'olive supérieure von L u y s).

L M I = Innerste Lamina medullaris des Thalamus (den inneren Kern desselben lateral und ventral begrenzend).

L M M = Mittlere Laminae medullares des Thalamus.

L. M. Ex. = Lamina medullaris externa (zwischen Thalamus und Gitterschicht liegend; vielleicht Lamina cornea der alten Autoren).

C. R. = Corona radiata (Stabkranz).

I. K. = Innere Kapsel (Capsula interna).

H = Dorsales Mark der Regio subthalamica, im Text meist „Feld H" genannt.

H_1 = Feld H_2, dorsale Abteilung aus dem Feld H. Geht in den Thalamus über.

H_2 = Feld H_2, ventrale Abteilung aus dem Feld H (hint. Längsb. v. M e y n e r t). Geht in die Substantia innominata und in den Pes pedunculi über.

y in Fig. 11. = Eine dünne kleine Kommissur (Kreuzung?) dicht ventral von der unteren Abteilung des III. Ventrikels beim Menschen. Nur in wenigen Querschnitten der Reihe sichtbar.

St. z. = Stratum zonale des Thalamus (Gürtelschicht).
Gitt. = Gitterschicht (Stratum reticulatum).
U. V. = Unterhorn des Seitenventrikels.
Ah. = Ammonshorn (Hippocampus, Pes hippocampi major).
Am. = Amygdala von Burdach (Nucleus amygdalae, Mandelkern).
F. Vc. = Vicq d'Azyrsches Bündel (radix descendens fornicis, absteigende Fornixwurzel von Burdach und den anderen Autoren; aufsteigender Gewölbschenkel von Meynert; faisceau de Vicq d' Azyr von Luys).
C M = Commissura media (Commissura mollis).
C A F = Columna anterior fornicis und deren Fortsetzung bis an das Corpus mammillare (Radix ascendens fornicis, aufsteigende Gewölbwurzel, aufsteigender Gewölbschenkel von Burdach und den anderen Autoren; absteigender Gewölbschenkel von Meynert; von Luys mit Recht einfach als Fortsetzung der vorderen Säule des Gewölbes betrachtet).
Mam = Corpus, seu tuberculum, seu eminentia mammillaris, seu candicans etc. etc. (Markhügelchen oder Markkügelchen).
A K = Capsula externa (äussere Kapsel).
Cl = Claustrum (Vormauer).
C A = Commissura anterior cerebri. In Fig. 14 strahlt sie in den Schläfenlappen der Hemisphäre ein.
R, R' = Rinde des Grossen Gehirnes (Cortex cerebri).
I R = Rinde der Insula von Reil (Inselrinde).
Operc. = Rinde des Operculum oder des Klappdeckels.
M = Mark der Grosshirnhemisphäre.
Inf. = Infundibulum (Trichter).
H. Schl. = Substantia innominata von Reil (Hirnschenkelschlinge) von Meynert, nicht von Gratiolet).
Li Schl = Linsenkernschlinge von Meynert (dorsale oder erste Schicht der Subst. innominata).
G. H. Schl = Stelle des angebl. Ganglion der Hirnschenkelschlinge von Meynert (zweite Schicht der Subst. innominata).
U Th St = Stelle des sog. unteren Stieles des Thalamus von Meynert (dritte Schicht der Subst. innominata).
Stz. Schl = Ventrale oder vierte Schicht der Subst. innominata nach Meynert; geht nach ihm in das Stratum zonale des Thalamus.
Th St = Faserzüge ventral vom Thalamus, welche den angebl. Thalamus-Stielen Meynerts entsprechen dürften.
C. ob. Opt = Commissur im zentralen Höhlengrau dorsal vom Opticus (von Meynert entdeckt).
X in Fig. 18 = Fasern aus dem Tuber cinereum zum Markfelde H_2 (zum Hinteren Längsbündel nach Meynert).
Am. Cl = Verbindungskerne grauer Substanz zwischen Amygdala und Claustrum.
A K H L in Fig. 19 = Sehr dünne Marklamelle, welche, zwischen Commissura anterior und Linsenkern verlaufend, zur Capsula externa geht und allein die vermeintliche Verbindung des angebl. Ganglion der Hirnschenkelschlinge mit der Rinde des Operculum (nach Meynert) vermitteln könnte.
Anast. = Anastomose der grauen Substanz des Nucl. caudatus mit der des Linsenkerns durch die innere Kapsel hindurch.
B. o. G. = Basales Opticus Ganglion (sogenanntes).
Chiasma = Chiasma nervorum opticorum.
Tub. cin. = Tuber cinereum.

Fig. 1 bis 22 (Mensch).

Aus einer Reihe frontaler mit Karmin gefärbter Querschnitte durch ein ganzes mit Alkohol und später mit doppeltchromsaurem Kali gehärtetes menschliches Gehirn. Es ist durchschnittlich von jedem zehnten Schnitte die Mitte (der Stammteil) oder nur die eine Hälfte derselben mehr oder weniger vollständig in Naturgrösse, aber mit Hilfe der Lupe gezeichnet worden. Einige Figuren (13 z. B.) beschränken sich fast auf die Regio subthalamica. Die Intervalle zwischen den gezeichneten Schnitten sind je nach dem Bedürfnisse sehr verschieden gross, und damit man sich dieselben vorstellen kann, habe ich in Klammer zu jeder Figur die Nummer des Schnittes aus der Schnittreihe hinzugefügt. Diese Reihe besteht aus 708 Schnitten, fängt am vorderen Ende des Balkens an und endigt erst im Hinterhaupts-Lappen; daher hat Fig. 1 (unterster von den gezeichneten Schnitten) die höchste Nummer (436). Der Schnitt in Fig. 1 ist vom unteren Zweihügelganglion durch die Austrittsstelle des Nervus Trochlearis zur Stelle des Eintrittes der Pyramide in den Pons Varolii geführt. Von da aus folgen sich die Figuren in einander parallelen Ebenen (das Gehirn in seiner normalen Stellung gedacht) nach oben. Der Schnitt der Fig. 2 ist sehr entfernt von dem der Fig. 1; er geht durch den oberen Zweihügel. Der Schnitt der Fig. 3 ist auch noch ziemlich weit von dem der Fig. 2; er geht durch die hintere Kommissur. Die übrigen gezeichneten Schnitte sind alle einander näher, und der letzte (Fig. 22, Schnitt Nr. 210) ist durch den vordersten Abschnitt des III. Ventrikels und durch das Chiasma geführt.

Fig. 23 (Hund).

Linke Hälfte eines Querschnittes des Hirnstammes vom Hunde, etwa durch die Mitte der Höhe des oberen Zweihügels geführt, sechsmal vergrössert, und mit Hilfe der Lupe und des Mikroskopes gezeichnet. Der unterste Teil des Corpus geniculatum internum, da, wo es anfängt, sich (im Querschnitte betrachtet) von der Haube abzuschnüren, ist gerade noch getroffen. Die obere Schleife fängt an, sich von dem dorsalwärts strebenden medialen Teil der Schleifenschicht zu trennen. Dieser Schnitt gehört (als Nr. 471) einer in der Pyramidenkreuzung anfangenden, mit Karmin gefärbten Querschnittreihe durch ein mit reinem doppeltchromsaurem Kali gehärtetes Hundehirn.

Fig. 24 (Kaninchen).

Grosse, blasige, zellige Gebilde aus dem zentralen Höhlengrau des III. Ventrikels eines Kaninchens. Aus einem Schnittpräparate; Färbung und Härtung wie beim Schnitte der Fig. 23. Vergrösserung: H a r t n a c k Syst. VII, Oc. 3.

a — konkave, plattgedrückte Kerne im Rande der Blase (Bindegewebskerne).

b — Kern des blasig-zelligen Gebildes mit grossem Kernkörper (wie die Kerne der Ganglienzellen).

c c′ — Körner des Hirnparenchyms, das eine (c) befindet sich in der Lücke einer Blase.

d — Unförmliches zartes Protoplasma um den Kern der blasig-zelligen Gebilde. Hier sieht man, dass der scharfe Saum der Blase keine Zellmembran ist, da er mit dem Hirnparenchym am Ende des Präparates abreisst.

e — Parenchym oder Grundsubstanz des zentralen Höhlengraues zwischen den Blasen.

f — Lücke der Blasen (mit Lymphe gefüllt??).

Fig. 25 (Mensch).

Isolierte Nervenzelle des L u y s schen Körpers. Zupfpräparat nach Maceration in verdünnter Chromsäure. Zuerst mit etwa 460 facher Vergrösserung gezeichnet, dann viermal verkleinert.

Fig. 26 (Mensch).

Aus einem Karminschnitte durch den L u y s schen Körper. Vergrösserung: H a r t n a c k System VII, Oc. 2. — Die Färbung der Nervenzellen (ihrer Fortsätze) ist ziemlich dürftig, gelingt aber überhaupt in dieser Gegend schwer.

N — Nervenzellen.
G — Gefässnetz.
F — Lockere, ungeordnete Bündel feinster Nervenfasern.
K — Kleinere Körner.
K' — Grössere Körner.

Fig. 27 (Kaninchen).

Stammteil eines sagittalen Längsschnittes des Kaninchengehirnes (Nr. 141 einer Schnittreihe). Härtung und Färbung wie beim Schnitte der Fig. 23. Vergrösserung: viermal.

Fig. 28 (Hund).

Eine mittelgrosse Zelle vom Roten Kern der Haube, aus einem Karminpräparat (Querschnitt Nr. 504) derselben Schnittreihe des Hundehirnes wie Fig. 23. Aus der Zelle geht ein sehr deutlicher Axenzylinderfortsatz gegen die Mittellinie zu und wandelt sich in eine markhaltige Faser (mit 2 hellen Rändern = Markscheide) um, die schliesslich abgeschnitten aufhört. Die Verhältnisse der Zelle und des Axenzylinderfortsatzes sind genau mit dem Mikrometer gemessen. Vergrösserung: H a r t n a c k Syst. VII, Ocul. 3.

Bemerkung zu den Abbildungen.

Die Fig. 24, 25, 26 und 28 sind histologisch. Dagegen sind die Fig. 1 bis 23 und Fig. 27 topographische, makroskopische Abbildungen, sind aber möglichst naturgetreu nach den durchsichtigen Schnittpräparaten gezeichnet worden. Die graue Substanz wurde weiss gelassen, die Faserung, je dichter und markhaltiger, desto dunkler gezeichnet. Querschnitte von Faserbündeln und von diffusen Faserzügen habe ich stets rundlich, beziehungsweise punktförmig, Längsschnitte linienförmig, Schrägschnitte gebrochen linienförmig (kürzer oder länger je nachdem) gezeichnet.

Einige Zellengruppen sind durch schwarze Punkte angedeutet, jedoch so, dass nicht jeder Punkt einer Zelle, sondern nur die Gruppierung der Punkte im ganzen der der Zellen entspricht; auch die Grösse der Punkte ist nicht der der Zellen proportional. Es sind dies Zellen der Substantia Ferruginea (siehe Ferr.), die Zellen der Substantia nigra

(Nig.), die Zellenkerne des Oculomotorius und des Trochlearis (III. Kern, IV. Kern). und in Fig. 27 der Rote Kern der Haube (R K.), sowie eine Zellenanhäufung dorsal von der Schleifenschicht, ohne Bezeichnung. In Fig. 23 entsprechen die grösseren und kleineren schwarzen Punkte des Roten Kernes und des Kernes der absteigenden Quintus-Wurzel nahezu genau der Zahl, Grösse und Anordnung, sogar der Form der Zellen in der Wirklichkeit. Es ist selbstverständlich, dass jede Linie einer Nervenfaser nicht entsprechen kann; ein Vergleich mit der mikroskopischen Fig. 26 beweist es zur Genüge. Es sollen die Figuren nur die topographischen Verhältnisse, die wahrnehmbare allgemeine Richtung der Faserzüge und Bündel, sowie deren relative Dichtigkeit möglichst richtig wiedergeben. Wer darin einzelne Fasern verfolgen wollte, würde sich irren.

Um die Abbildungen 1 bis 22 nicht allzu stark mit Bezeichnungen zu belasten, sind die Gebilde, die in mehreren der sich folgenden Figuren unverändert oder nur wenig verändert an derselben Stelle wieder vorkommen, nicht jedesmal wieder bezeichnet worden. Zum Beispiel ist die Stria cornea in Fig. 6 mit St. C. bezeichnet. In den Fig. 7, 8, 9 findet man dieselbe an derselbe Stelle, aber ohne Bezeichnung. In Fig. 10 ist sie wieder mit St. C. bezeichnet u. s. f. Dagegen ist das rasch sich ändernde Meynert sche Bündel, da, wo es vorkommt, in jeder Figur mit Hbd. bezeichnet (Fig. 4—9).

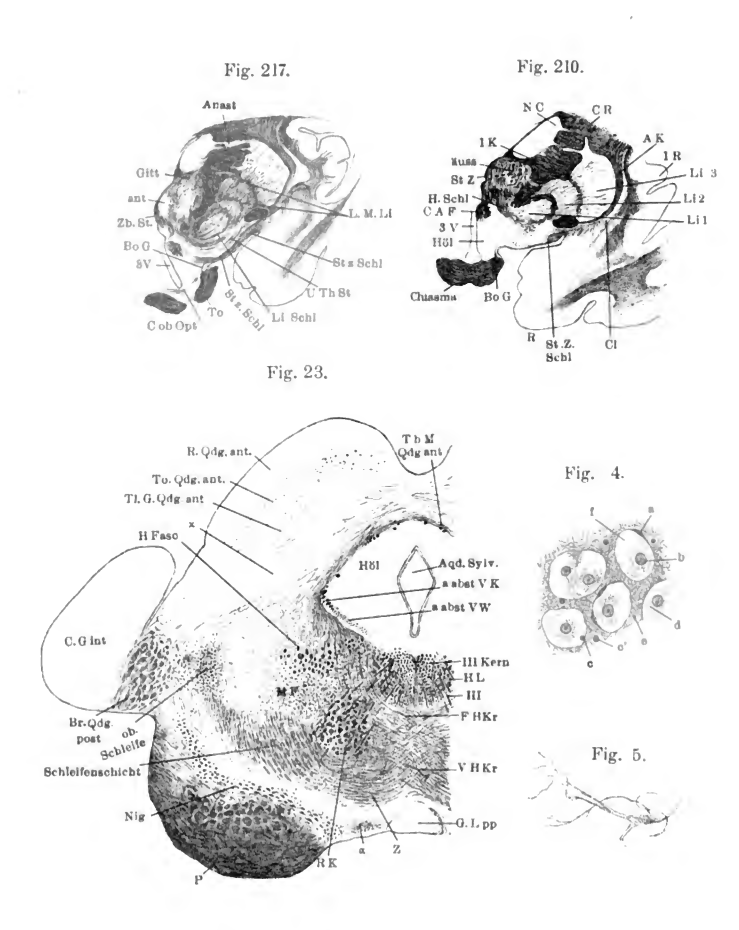


Fig. 217. Fig. 210. Fig. 23. Fig. 4. Fig. 5.

Fig. 27

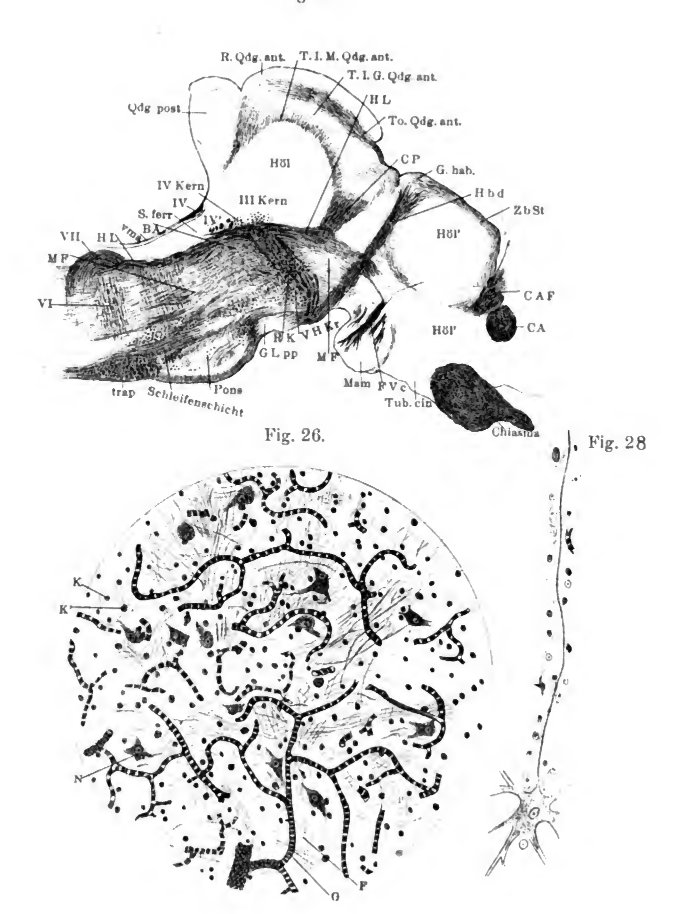


Fig. 26.

Fig. 28

Amtlicher Bericht der 50. Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte in München vom 17.—22. September 1877, p. 330.

XX. Sektion für Psychiatrie.

Diskussion über Meynerts Vortrag.

Dr. Forel ist nicht der Ansicht des Vortragenden (Meynert). Die Abfaserungsmethode ist nur da sicher, wo andere Methoden noch sicherer und klarer sind. Autoren wie Foville, Gratiolet u. a., die ausschliesslich mit Abfaserung arbeiteten, kamen zu den grellsten Widersprüchen. Z. B. wurden alle Balkenfasern von dem einen in dem Pedunculus, vom andern in die Hirnrinde auf diese Weise verfolgt. Was die Schnittrichtung und die Zahl der Schnitte und Hirne betrifft, so ist Forel wiederum anderer Ansicht als Meynert. Jeder Faserzug, der einmal da ist, wird in jeder Schnittreihe quer, schräg oder längs geschnitten gefunden, und kann so lange verfolgt werden, als er tatsächlich isoliert verläuft, sich nicht mit anderen Fasern mischt resp. sich nicht in grauer Substanz zerstreut. Ist aber letzteres der Fall, so hilft auch der glücklichst geführte Schnitt nicht. Es kann sogar nach Forel ein Schnitt allein fast nie sicheren Aufschluss geben, indem er zu dünn ist und durch sich folgende schräg geschnittene Fasern allerlei scheinbare Zusammenhänge vorgespiegelt werden, die nur durch eine ununterbrochene, sicher numerierte Schnittreihe aufgeklärt werden können. Forel gibt ein Beispiel der Unsicherheit direkter anatomischer Verfolgungen an der infolge der durch Gudden ausgeführten Exstirpation nach der Geburt erfolgten Atrophie des Nervus facialis beim erwachsenen Kaninchen (Mayser, Archiv für Psychiatrie, VII. 3). Man findet einen totalen Schwund des Facialis-Knies und des unteren Facialis-Kernes derselben Seite. Dagegen bleiben beide Nervus abducens und beide sogenannte Facialis-Abducenskerne von Meynert absolut unversehrt. Dies ist ein strikter Beweis, dass letzterer Kern ausschliesslich dem Abducens gehört und dass die Meynertsche Ansicht auf einer Täuschung beruht, so sehr sie, bei reiner anatomischer Verfolgung richtig zu sein scheint.

Zwischen Meynert und Gudden entspinnt sich eine längere Diskussion über den Wert der verschiedenen Untersuchungsmethoden.

Gudden hebt an der Hand einer grösseren Zahl von Beispielen die Vorteile hervor, die die Untersuchung von Schnittreihen solcher Gehirne und Rückenmarke mit sich bringe (Hunde, Kaninchen u. s. w.), bei denen man künstlich, durch Eingriffe auf die Peripherie oder das Zentrum, sekundäre Atrophien hervorgerufen habe.

Correspondenzblatt für Schweizer Aerzte. 1. Oktober 1880.

Professor Dr. A. Forel hält einen Vortrag über die Resultate und Bedeutung der Guddenschen Exstirpationsmethode in der Anatomie und Physiologie des Zentralnervensystems:

„Bis vor nicht sehr vielen Jahren galt in der Regel das Gehirn sowohl bei den Anatomen als bei den Physiologen als eine Terra incognita, wo man nur einige grössere, unklar begrenzte Abteilungen unterschied, und in welche man sich am besten nicht wagen sollte.

In den letzten Jahren hat sich dieses gewaltig geändert: die Anatomie und die Physiologie des Gehirns gehören jetzt zu den Gebieten, wo am meisten gearbeitet wird.

Die grössten Fortschritte der neueren Zeit verdanken wir nicht nur der reinen histologischen und direkten physiologischen (Hitzig, Munck etc.), sondern gewissen kombinierten Methoden, wie dem Studium der sekundären Degenerationen (Waller, Türck, Charcot), der verschiedenzeitigen Entwicklung des Nervenmarks beim Fötus (Flechsig), der Guddenschen Methode.

Letztere besteht darin, dass dem neugeborenen Tiere (Kaninchen, Hund) gewisse Teile des zentralen oder peripheren Nervensystems abgetragen werden. Das Tier lässt man dann gross werden und studiert sowohl den Ausfall an den Funktionen, als die sekundäre Inaktivitätsatrophie, welche die von dem exstirpierten Teile funktionell abhängigen Gebilde erleiden. Dadurch sind sehr wichtige Tatsachen festgestellt worden. Ich hebe darunter folgende hervor:

1. Abtragung eines motorischen Nervens, z. B. Ausreissung des Facialis (Mayser, Archiv für Psychiatrie 1877). Beim erwachsenen Tiere findet man eine vollständige Atrophie sämtlicher Facialisfasern, sowie aller grossen Ganglienzellen des sogenannten untern Facialiskernes derselben Seite, sonst nichts. Sowohl vom Nervenmark als vom Axenzylinder der Fasern und von den grossen polygonalen Zellen des Kernes bleibt bei der prachtvollsten Färbung und grösster Feinheit der Schnitte absolut nichts mehr sichtbar.

Durch dieses Experiment Guddens, das sich bei den andern motorischen Nerven vollkommen bestätigt, wird bewiesen:

a) Dass es nur einen Facialiskern gibt, der untere von M e y n e r t;
b) dass sämtliche Fasern des Nervus facialis in die Zellen des Kernes derselben Seite übergehen. Also keine Kreuzung peripher von den Kernzellen;
c) dass, wie bis jetzt auch angenommen worden war, wenn auch nur aus partiellen Beweisen (Zusammenhang einzelner Zellen mit Fasern), die Fasern der peripheren Nerven einzig und allein in dem Protoplasma der grossen polygonalen Ganglienzellen, ihrer sogenannten Ursprungskerne, sowohl im Hirn als im Rückenmark, ihren Ursprung nehmen.

Ferner wird die Theorie des trophischen Zentrums der motorischen Nervenfaser, welches angeblich in der Ursprungszelle sein soll, weil das zentrale Ende einer durchgeschnittenen, motorischen Nervenfaser beim erwachsenen Tiere nicht das periphere dagegen wohl degeneriert, nicht wenig erschüttert. Denn durch dieses Experiment zeigt sich, dass, wenn man das junge Tier angreift, das zentrale Ende auch atrophiert, mitsamt der Ursprungszelle.

Dieselben Erfolge hat man bei Abreissung der motorischen Wurzeln des Rückenmarks, sowie der Augenmuskelnerven etc. Hierbei erweisen sich eine totale Kreuzung der Nervi trochleares, eine partielle der Nervi Oculomotorii, gar keine beim Nervus abducens, dessen Kern der sogenannte Facialis-Abducenskern oder oberer Facialiskern M e y n e r t s ist (der mit dem Facialis nichts zu tun hat).

2. Bei der Exstirpation von sensiblen Nerven ist das Resultat etwas anders. Die Fasern atrophieren genau so wie die motorischen. Doch sind die Verhältnisse in dem aus feinsten Zellen bestehenden Kerne dunkler. Derselbe ist allgemein stark reduziert, doch nicht ganz weg, und enthält in seinem reduzierten Massstabe, wie es scheint, dieselben Elemente wie vorher.

a) Opticus (G u d d e n v. G r ä f e s Archiv für Ophthalmologie, Band XXI bis XXV, verschiedene Artikel).

   Es zeigt sich dabei zunächst die partielle Kreuzung des Chiasma bei den Säugetieren, die jedoch bei den niedereren (Kaninchen) nahezu total ist. Das ungekreuzte Bündel liegt lateral und versorgt einen mehr oder weniger grossen lateralen Anteil der Retina. Als atrophierende Zentren zeigen sich die Rindenschichte des oberen Zweihügels und das Corpus geniculatum externum, sonst keine. Von der Atrophie verschont bleiben anatomisch mit dem sogenannten Tractus opticus teilweise verschmolzen, physiologisch aber ganz verschiedene Kommissuren beider Thalami und Corpora geniculata interna, die früher nie vom Opticus unterschieden worden waren;

b) sensible Wurzeln des Rückenmarkes. Es atrophieren hier, sowie bei der aufsteigenden (sensiblen) Quintuswurzel, die substantia gelatinosa Rolandi partiell, die Wurzelfasern total, auch diejenigen, die im lateralen Teile des Hinterstranges längere Zeit longitudinal verlaufen;

c) bei Exstirpation der Nervi olfactorii atrophieren der Bulbus und der Tractus olfactorius, der Lobus nicht. (G u d d e n , Archiv für Psychiatrie, Band II).

3. Zentrale Teile.

a) Die Exstirpation der motorischen Rindenzentren H i t z i g s beim jungen Hunde und beim jungen Kaninchen haben zur Folge den vollständigen Schwund aller Fasern (Mark und Axenzylinder) der Pyramide der Oblongata auf der andern Seite und ihrer Fortsetzung abwärts als Pyramidenbahn im Rückenmark, sowie aufwärts im medialen Teile des Pedunculus, in der inneren Kapsel und im Stabkranze. Die Corpora striata (Linsenkern und Nucleus caudatus) bleiben von der Atrophie vollständig verschont. Dadurch ist bewiesen, dass die Pyramidenfasern (psychomotorische Bahn) direkt von den motorischen Rindenzentren bis zum Rückenmark, ohne Unterbrechung durch die corp. striata (wie es M e y n e r t annahm) verlaufen. Dies wurde schon von G u d d e n in diesem Correspondenzblatt (1877) bei Anlass eines Vortrags über Dem. paralitica kurz erwähnt, ferner in K u s s m a u l (Störungen der Sprache) und bei M a y s e r (l. c. und Archiv für Psychiatrie, Band IX, Heft 1) weiter ausgeführt und abgebildet, von W e r n i c k e dagegen (Verh. d. Physiolog. Ges. Berlin, 12. Dezember 1879) sehr auffallenderweise übergangen. Diese höchst wichtige Tatsache, welche zuerst durch das G u d d e n sche Experiment festgestellt wurde, bestätigt sich jetzt von allen Seiten, wenn auch die andern Beweise nur partielle oder unvollkommene sind;

b) die Exstirpation der Hirnrinde der einen Seite bringt also keine Atrophie des Corpus striatum, wohl aber eine partielle Atrophie des Thalamus derselben Seite hervor;

c) Exstirpation des einen Bulbus olfactorius allein hat zur Folge nicht nur die Atrophie des entsprechenden Tractus olfactorius sondern den vollständigen Schwund des sogenannten Olfactoriusanteil der Commissura anterior cerebri beiderseits (G a n s e r , Archiv für Psychiatrie, Band IX, Heft 2). Es ist also die Commissura anterior cerebri kein Chiasma nervi olfactorii, wie M e y n e r t vermutete, sondern sie besteht aus zwei Kommissuren: die eine

zwischen beiden Bulbi olfactorii, die andere zwischen beiden Schläfenlappen der Hemisphären;

d) der sogenannte aufsteigende Gewölbschenkel hat mit dem sogenannten absteigenden nichts zu tun. Der andere, der allein vom Gewölbe (Tornix) herrührt, hat andere Verbindungen nach hinten etc. (Forel, Archiv für Psychiatrie, Band VII, Anm.)

Im allgemeinen sieht man, dass die voneinander abhängigen Teile sekundär atrophieren, während einfach assoziierte resp. noch anderweitig funktionierende Teile der Hirnrinde, corpus striata (auch der Hemisphärenblase angehörig) inbegriffen, nicht oder kaum sekundär atrophieren. So sieht man auch, dass die vollständige Pyramidenatrophie die Ursprungszellen der motorischen Nerven nicht beeinflusst, weil dieselben nach Reflexen von den sensiblen Rückenmarkszentren aus funktionieren, während die Wegnahme des peripheren Nerven sie vollständig nutzlos macht, wenn auch die zentrale Innervation von der Hirnrinde aus fortbestehen könnte.

Zwischen den Zentren wenigstens der motorischen Rückenmarks- und Hirnnerven im zentralen Höhlengrau und in der Hirnrinde gibt es keine Internodien.

Es möge dieses kurze Referat über einige der wichtigsten Ergebnisse der so schönen und klaren, aber leider bis jetzt nur kurz und zerstreut publizierten Experimente Guddens nicht ohne Interesse sein.

Folgt die Demonstration verschiedener mittelst des Gudden-schen Mikrotoms angefertigter Hirnschnitte, aus Gehirnen mit sekundären Atrophien, welche die Tatsachen besser als jedes Referat erläutern.

Tagblatt der 54. Versammlung Deutscher Naturforscher und Aerzte in Salzburg vom 18.—24. September 1881.

XVIII. Sektion. Psychiatrie und Neurologie. I. Sitzung am 19. September, 8½ Uhr.

Einige hirnanatomische Untersuchungen.

Von Professor Dr. Forel, Zürich.

Die folgenden Untersuchungen wurden grösstenteils nach der v. Guddenschen Methode (operative Eingriffe bei neugeborenen Kaninchen und Beobachtung der dadurch bedingten sekundären Atrophien) unter tätiger Beihilfe des Herrn Sekundärarztes Ernst Laufer ausgeführt.

1. Einem neugeborenen Kaninchen wurde das rechte untere Zweihügelganglion grösstenteils exstirpiert. Zugleich wurde die rechte Hälfte des Marksegels mit den Nervi trochleares, der rechte Bindearm

und die rechte sogenannte absteigende Quintuswurzel Meynerts mit weggeschnitten. Ein kleiner Teil des Brückenarmes wurde leider mit beschädigt. Das Tier blieb viele Wochen am Leben und zeigte durchaus nichts Auffallendes in seinem Verhalten; es stellten sich auch weder Konjunktivitis noch Keratitis ein. Nach der Zerlegung des Gehirnes in eine Schnittreihe, fand sich zunächst eine ganz reine Heilung der Wunde und ferner:

a) Der vollständigen Durchschneidung des Bindearmes am Marksegel entsprechend, das Fehlen seiner Fasern bis zur Kreuzungsstelle und dann eine partielle, aber bedeutende Atrophie der grossen Zellen des entgegengesetzten Roten Kernes der Haube (links). Die Zellen sind an Zahl ungemein reduziert, erscheinen auch zum Teil verkleinert. Während der hintere (caudale) Teil des Roten Kernes sehr stark atrophisch ist, war er in seinem vordersten (frontalen) Abschnitt nahezu gleich stark wie rechts. Weiter frontalwärts lässt sich kein Unterschied in der Mächtigkeit der Fasermassen zwischen rechts und links wahrnehmen. Eine Ungleichheit scheint auch in der ventralen Haubenkreuzung vorhanden zu sein, ist aber nicht sicher nachweisbar. Kleinhirnwärts lässt sich durch die Vergleichung der normalen mit der atrophischen Seite der Bindearm bis ganz hinten seitlich vom Dachkerne in die sogenannte innere Abteilung des Kleinhirnstieles von Meynert verfolgen. Dort strahlt er offenbar in die Wurmwindungen hinein und verliert sich. Der Wurm, besonders dessen Fasermassen, ist kolossal atrophisch; es ist jedoch nicht sicher zu ermieren, ob diese Atrophie nicht zum Teil der partiellen Zerstörung des Brückenarmes zuzuschreiben ist. Die atrophischen Wurmwindungen zeigen noch ihre normale zellige Struktur. Die Kleinhirnhemisphäre ist rechts etwas verkleinert. Dachkern und Nucleus dentatus zeigen sich beiderseits gleich erhalten, ebenso wie das Corpus restiforme und die sogenannte innere Abteilung des Kleinhirnstieles. Nur einige Querfaserzüge innerhalb des Nucleus dentatus sind rechts grossenteils atrophisch. Die obere und die untere Olive zeigen keine Atrophie;

b) als Folge der partiellen Exstirpation des rechten unteren Zweihügelganglions lässt sich rückenmarkwärts eine Verminderung der Mächtigkeit der lateralen Schleifenfaserung bemerken, welche höchstens bis zur Höhe des Nervus facialis verfolgt werden kann. Von da an abwärts ist beiderseits alles gleich. Der Faserzug des sogenannten Armes des unteren Hügels ist rechts nur partiell atrophisch und es lässt sich diese Atrophie nur bis zum Corpus geniculatum internum verfolgen. Letzteres ist intakt;

c) absteigende Quintuswurzel. Gehirnwärts sind alle Fasern und Zellen rechts total verschwunden. Und dennoch sind die sogenannten Quintusstränge Meynerts (Strickers Handbuch, Seite 751; fontänenartige Haubenkreuzung von mir) durchweg erhalten, wodurch ihre, von mir bereits früher bezweifelte Quintusbedeutung jetzt ziemlich sicher ausgeschlossen werden kann.

In der Höhe des Quintusaustrittes sind höchstens einige Zellen der absteigenden Wurzel noch erhalten. Der Ausfall der Wurzel lässt sich bis nahezu zum Austritt des Nerven verfolgen. Der Querschnitt des letzteren ist dennoch kaum verkleinert.

Merkel glaubt, diese absteigende Wurzel sei trophisch. Meynert (Strickers Handbuch) und Wernicke (Lehrbuch, Seite 269) halten sie für sensibel. Die angebliche trophische Ophthalmie fehlte aber bei unserm Tiere vollständig. Und dass die Ophthalmie nach Quintusdurchschneidung nicht trophischer Natur ist, beweist v. Gudden (Kondracki, Dissertation, Zürich 1872) dadurch, dass sie nach künstlichem Ankyloblepharon nicht eintritt. Dass die absteigende Wurzel nicht sensibel ist, beweist der Umstand, dass ein anderes Kaninchen nach fast totaler Zerstörung der sensiblen (aufsteigenden), bei völliger Integrität der absteigenden Wurzel einen nahezu totalen Ausfall der Sensibilität im ganzen Quintusgebiet, sowie die tropische Ophthalmie aufwies.

Die Pupillenverengerung bleibt im Gegensatz zur Behauptung vieler Autoren nach der Quintusdurchschneidung stets bestehen, auch dann, wenn die aufsteigende Wurzel allein in der Oblongata durchschnitten wird.

An der hier folgenden Debatte, in der der Wert der v. Guddenschen und Meynertschen Methode ausführlich besprochen wird, beteiligen sich Herr v. Gudden-München, Wernicke-Berlin und der Vortragende.

2. Zur Bestätigung der bereits von v. Gudden und Mayser erwähnten Thatsache der im Gegensatz zu derjenigen der motorischen nur partiellen Atrophie der sensiblen Nervenkerne, wobei die zelligen Elemente in absolut reduzierter Zahl erhalten sind, hat Vortragender die sekundär atrophischen und die normalen Lobi optici enucleirter Tauben (v. Guddens Experiment. Archiv für Psychiatrie II) an Karmin und Osmiumpräparaten untersucht. Die oberflächliche Opticusfaserschicht ist, sowie die aus derselben in die Körnerschichten eindringenden oft verzweigten Opticusfasern, beim atrophischen Lobus

verschwunden. Alle andern Zellenschichten, Fortsätze und Fasernsysteme sind quantitativ reduziert, aber qualitativ und mit derselben Grösse der Elemente erhalten. Aus dieser Tatsache geht hervor, dass die Ansicht Deiters, der die sensiblen Fasern in einzelne Zellen endigen lässt, eine irrige ist. Offenbar verzweigen sich die sehr schön varikösen Fasern (was man auch häufig an Osmiumpräparaten sehen kann) und bilden dann mit den Zellen ein Netz, das auch andern Funktionen als denjenigen des Nervus opticus dient, und daher nicht total wie die motorischen Kerne, sondern nur partiell atrophiert. Bei diesen Vögeln zeigt sich ein lateral-dorsaler Teil des Oculomotoriuskernes ungekreuzt atrophisch, der dem Irisnerven des enucleirten Auges entsprechen dürfte.

Herr v. Gudden macht aufmerksam, dass dieser Vortrag, als das Studium der Zentralorgane der sensiblen Nerven betreffend, eines der schwierigsten Gebiete berühre. Er bespricht hierauf seine Erfahrung über Veränderungen nach Verletzung des Nervus opticus.

3. Fall von Mangel des Balkens in einem Idiotenhirn. Vortragender zeigt Schnitte durch das Hirn eines erwachsenen, in Rheinau von Herrn Dr. Onufrowicz sezierten Idioten, der an Mikrocephalie und totalem Balkenmangel litt. Wie in früher beschriebenen Fällen war der Gyrus fornicatus durch senkrechte abnorme Furchen zerteilt. Der ganze Balken fehlte und war durch eine dünne, bindegewebige Membran ersetzt. Vom Fornix war äusserlich nichts zu sehen, dagegen ist eine schwache Comissura anterior vorhanden. Die von Dr. Onufrowicz durch eine Hemisphäre ausgeführte Schnittreihe zeigt zunächst, dass die Längsfasern des Fornix in zwei getrennten Hälften, jede an die eine Seite des Hemisphärenmarkes zwischen Gyrus fornicatus und Nucleus caudatus angelehnt, in Form einer vorspringenden Markkante erhalten sind, denn diese Kante geht, wie die Schnitte zeigen, unmittelbar in die zum Corpus mammillare verlaufende und normal aussehende Columna anterior fornicis über. Die Querfasern des Fornix (Lyra) fehlen dagegen total. Auffallend in hohem Grade ist dagegen die Tatsache, dass diese Längsfasern des Fornix sich in einem mächtigen, deutlich abgegrenzt erscheinenden, rundlichen Längsfaserbündel des Hemisphärenmarkes auf das Innigste zugesellen, welches zwischen Nucleus caudatus und Gyrus fornicatus verlaufend, direkt von der Stirnhirnspitze zum Hinterhauptlappen verläuft. Dieses Bündel geht in Längsfaserzüge des Hinterhauptlappens über, welche beim normalen Gehirn als Balkenfortsetzungen erscheinen, hier jedoch erhalten sind. Es bleibt nur übrig anzunehmen, dass hier durch die Entwicklungshemmung des Balkens ein Assoziationsbündel wie experimentell dargestellt wird, das beim normalen Gehirn von der Balkenfaserung derartig

durchsetzt wird, dass es nicht unterschieden werden kann. Die Verschmelzung der Fornixlängsfasern mit diesem Bündel demonstriert wunderschön die bekannte Tatsache, dass der Fornix ontogenetisch zur Hemisphärenfaserung gehört und erst später durch den Balken wie gewaltsam von derselben getrennt wird.

Separatabdruck aus dem Correspondenzblatt für schweizer. Aerzte, Jahrg. XII (1882).

XII. Versammlung der schweizer. Irrenärzte,
abgehalten in St. Urban am 2. und 3. September 1881.

Zweiter Vortrag von Herrn Professor Forel. Er zeigt einige Karmin- und Osmiumpräparate der Lobi optici einer nach Guddens Verfahren gleich nach dem Ausschlüpfen aus dem Ei enucleirten und nachher gross gewordenen Taube. Wie schon Mayser (Archiv für Psychiatrie, 1877) angedeutet hat, ist die sekundäre Atrophie der sensibeln Nervenkerne im Rückenmark anders als die der motorischen. Während alle Zellen der letzteren völlig schwinden, findet man bei den ersteren nur eine bedeutende Verkleinerung der ganzen grauen Substanz, die aber in ihrem verkleinerten Zustande dieselben Elemente enthält wie vorher.

Diese Beobachtung hat auch der Vortragende seit Jahren an solchen Atrophiepräparaten gemacht, hat sich aber jetzt den Lobus opticus der Taube ausgewählt, um denselben einer näheren histologischen Prüfung zu unterziehen. Es zeigt sich nun, dass der atrophische Lobus opticus um etwa um $1/3$ verkleinert und verdünnt ist. Die in ihn eintretenden Opticusfasern (stratum zonale) sind mit ihren Verzweigungen bis mitten in den äusseren Körnerschichten total verschwunden, was man an Osmiumpräparaten durch Vergleichung mit der normalen Seite leicht verfolgen kann. Die vier Körnerschichten sind auf der atrophischen Seite alle erhalten, aber schwächer entwickelt und undeutlich voneinander begrenzt. Ebenso ist die Schichte der grossen Ganglienzellen, zwar sehr reduziert, aber doch vorhanden. Die Grösse der Zellen ist nicht merklich verändert. Alle die tieferen Faserschichten sind in leicht reduziertem Masse erhalten, auch das radiale Fasernetz, das aus der Schichte der grossen Ganglienzellen und aus der tiefen Faserschichte hervorgeht.

Aus diesen Tatsachen zieht der Vortragende den Schluss, dass die erste zentrale Verbindung der sensibeln Nerven wesentlich verschieden ist von derjenigen der motorischen. Die nach Carrières Untersuchungen unzweifelhaft durch vielfache Anastomosen untereinander

verbundenen Kerne der motorischen Nerven[1]) dürften keinen andern Funktionen als denjenigen der Muskelbewegung dienen, da sie mit den peripherischen Nervenfasern völlig zu grunde gehen; auch geht hier jede Nervenfaser bekanntlich unverzweigt in eine Zelle über. Anders ist es mit den sensibeln Nerven. Hier wird zunächst immer zweifelloser, dass nicht jede peripherische Faser in einer Zelle endigt, wie Deiters meinte, sondern dass vorher Verzweigungen und Anastomosen der Fasern in den kleinzelligen und sogenannten granulären Schichten vorkommen. Man kann auch Faserverzweigungen an Osmiumpräparaten sehen. Ferner aber zeigt die nur partielle Atrophie der Ganglienzellen der sensiblen Kerne, dass dieselben offenbar noch andern zentralen Funktionen (Reizumsetzungen? Hemmungen?) dienen, die trotz der Fortnahme des peripheren sensiblen Nerven fortdauern.

Ferner zeigt Vortragender der Versammlung ein Kaninchen vor, welchem 14 Tage nach der Geburt der rechte Nervus Trigeminus hinter dem Ganglion Gasseri weggeschnitten wurde. Das Tier zeigte die bekannte Keratitis, Verengerung der rechten Pupille und, soweit eruierbar, vollständige Anästhesie im ganzen Gebiete des rechten Quintus. Die unteren Nagezähne sind durch den einseitigen Zug der Kaumuskeln am Unterkiefer seitlich von den oberen gewichen, was einen Riesenwuchs in die Länge aller vier sich nicht mehr gegenseitig usurierenden Nagezähne zur Folge hatte. Dieses Tier kann infolge der Lähmung des einen M. buccinator nicht saugen und infolge der veränderten Nagezähne nicht kauen. Es kann nur noch Milch mit der Zunge lappen und muss auf diese Weise künstlich am Leben erhalten werden. Das Tier ist jetzt seit 3 Wochen operiert.

Separatabdruck aus dem Correspondenzblatt für schweizer. Aerzte, Jahrg. XIV (1884).
Sitzung des Vereins schweizer. Irrenärzte.

D'ordinaire les hémiplégies des paralytiques, en général de nature passagère, ne sont pas suivies de contractures. Ceci est vrai du moins dans les 99 % des cas. Mais on observe aussi dans la démence paralytique des hémiplégies suivies de contractures.

Voici par exemple le cerveau d'un paralysé qui fut 4 ans malade. Il présenta des attaques avec convulsions du côté droit seulement. L'hémiplégie s'établit peu à peu de ce côté, demeura, et fut suivie de contracture. Des symptômes très prononcés d'aphasie survinrent. Dans ce cas on eût en général diagnostiqué une lésion en foyer, mais la maladie datant de plusieurs années, et ayant présentée du reste avant

[1]) Die Carrière'schen Ergebnisse haben sich bald darauf als völlig irrtümlich erwiesen, wovon ich mich selbst durch Nachprüfung überzeugte (Forel).

l'hémiplégie les signes typiques de la paralysie générale, Mr. Forel annonça que ce symptôme n'était probablement que l'expression d'une atrophie beaucoup plus considérable de l'hémisphère gauche. — L'autopsie confirma pleinement cette manière de voir: l'atrophie est en effet beaucoup plus avancée dans l'hémisphère gauche que dans le droit. Le poids total du cerveau se trouva être de 1024 grammes; celui de l'hémisphère droit de 412, et celui de l'hémisphère gauche de 320. Pas de foyer, mais une cirrhose extraordinairement avancée de l'hémisphère gauche. Les couches optiques sont beaucoup plus atrophiées à gauche qu'à droite; les corps striés peu différents, mais cependant un peu plus atrophiés à gauche.

Le second cerveau que présente Mr. Forel est celui d'un paralysé général, admis au Burghölzli en 1879. L'affection date d'un an. Le malade ne manifeste aucun trouble quelconque de la motilité; le langage est très net; il prononce les phrases les plus difficiles avec clarté et volubilité. L'écriture ne laisse reconnaître aucune particularité caractéristique. Mais ce malade présente une diminution singulière de la faculté d'attention; il ne s'aperçoit pas qu'on l'enferme, ne s'inquiète pas de l'avenir de sa famille qu'il chérissait, s'attendrit néanmoins lorsqu'il la voit, ne se doute point de sa situation critique, chante tout le jour, croit toutes les sottises que lui débitent ses compagnons, ne se fixe à rien, fait ceci, fait cela, sans paraître s'en rendre compte. La faculté de réflexion et de concentration est fortement atteinte, tandis que la mémoire est bien conservée, et qu'il récite par coeur tant qu'on veut. En 1882 l'écriture ne s'est point modifiée, il ne parle presque plus grâce au progrès de la démence, mais il n'y a pas de troubles réels de la parole. L'intelligence baisse de plus en plus, il devient gâteux, mais les phénomènes de paralysie, d'ataxie motrice firent à peu près défaut jusqu'à la fin qui arriva en 1883. Le diagnostic fut: Affection cirrhotique de paralysie générale principalement dans les lobes frontaux, laissant presque intacts les centres moteurs. L'autopsie confirma pleinement ce diagnostic. En effet les lobes frontaux sont pointus et courts, rappelant la forme du cerveau des singes, les circonvolutions en sont très amincies, et font un contraste frappant avec les replis frontaux qui sont larges et paraissent n'avoir pas souffert.

La tête des noyaux caudés est également le siège d'une atrophie assez considérable surtout à droite.

Le troisième cerveau est celui d'une femme atteinte de démence sénile. La malade n'entendait plus depuis 2—3 ans. Elle ne comprenait plus ce qu'on lui disait, cependant un bruit fort produit derrière elle la portait à se retourner. Les personnes atteintes de surdité en suite d'une affection périphérique savent qu'elles sont sourdes, et font leur possible

pour écouter; tandis que, fait curieux, cette malade tout en entendant pas c.—à—d. ne comprenant pas ce qu'on lui disait, ne se rendait pas compte de sa surdité. Elle présentait en outre certains phénomènes aphasique: confusion des mots, emploi d'une expression unique pour désigner toute sorte de choses. C'était un cas de surdité verbale, et l'autopsie démontra en effet une atrophie considérable du lobe temporal gauche, ainsi qu'une atrophie plus faible du lobe droit.

Separat-Abdruck aus „Neurologisches Centralblatt". 1885. Nr. 5.

Vorläufige Mitteilung über den Ursprung des Nervus acusticus.

Von Professor Dr. Aug. Forel in Zürich.

Es ist mir nach vielen vergeblichen Versuchen gelungen, bei einem neugeborenen Kaninchen am 21. Mai 1880 durch Perforation des linken Felsenbeines den Nervus acusticus nahezu vollständig zu zerstören. Andere, ähnlich operierte Tiere, gingen meistens, unter beständigen Drehbewegungen um die Längsaxe ihres Körpers, zu grunde. Jenes Kaninchen blieb aber fast 6 Monate (vom 21. Mai bis 12. November) am Leben. Es trug stets den Kopf horizontal gedreht, das rechte Auge und das rechte Ohr nach oben, das linke Auge und das linke Ohr nach unten gewendet, frass auch in dieser Lage. Reizte man es etwas, so verlor es das Gleichgewicht und drehte sich um seine Längsaxe von rechts nach links, indem die Beine der rechten Seite den Boden verloren.

Das in doppeltchromsaurem Kali gehärtete Gehirn wurde nun kürzlich von Herrn med. prakt. B. Onufrowicz geschnitten und zeigte eine vollständige Atrophie der hinteren lateralen und eine partielle, aber bedeutende Atrophie der sogenannten vorderen und hinteren medialen Wurzel des Nervus acusticus.

Das Ergebnis ist kurz und soweit die Untersuchung reicht, folgendes:

1. Der Nervus acusticus hat nur zwei deutlich verschiedene Wurzeln: a) die sogenannte hintere und b) die sogenannte vordere. Die mediale (medialwärts vom Corpus restiforme gelegene) Abteilung der hinteren Wurzel gehört gar nicht zu derselben; sie ist nur die caudale Fortsetzung der sogenannten vorderen Wurzel.

2. Die eigentliche, sehr mächtige hintere Wurzel ist vielfach von Nervenzellen durchsetzt (wie gangliös angeschwollen) und erschöpft sich zum Teil in diesen Zellen, zum grössten Teil aber in dem sogenannten vorderen Kern des Acusticus von Meinert (lateraler Kern der vor-

deren Wurzel von Krause, Nucleus acusticus lateralis und Nucleus inferior von Henle, untere und obere Abteilung des vorderen Kernes von Huguenin, Nucleus accessorius acustici von Schwalbe). Dieser eigentümliche Kern mit seinen dichten, zum Teil von besonderen Bindegewebshüllen umgebenen Ganglienzellen, bildet eine Art Analogon eines Spinalganglions für den Acusticus. Er ist auf der Exstirpationsseite (links) nahezu vollständig verschwunden, d. h. atrophiert, sowie die hintere Wurzel selbst und deren Zellen.

3. Die partiell atrophische vordere Wurzel, d. h. diejenige, welche medial vom Corpus restiforme, in das Innere der Oblongata, scheinbar in den grosszelligen sogenannten äusseren Acusticuskern sich zerstreut, scheint in das Kleinhirn, gegen die medialen Kreuzungen, ventral vom Wurm sich zu begeben, was aber wegen der Ueberhärtung und Abbröckelung des Kleinhirns leider nicht mehr nachweisbar ist. Ein Teil derselben geht vielleicht auch in den vorderen Kern um und durch das Corpus restiforme.

4. Der sogenannte innere Kern des Acusticus (Hauptkern von Schwalbe), der sogenannte äussere (grosszellige) Kern desselben (Deitersscher Kern von Laura und v. Monakow), die Fibrae arciformes der Oblongata, die hinteren Längsbündel, die Bindearme sind beiderseits vollständig gleich gut erhalten, zeigen keine Spur von Atrophie. v. Monakow (Archiv für Psychiatrie, XIV, 1) hat schon auf anderem Wege nachgewiesen, dass der sogenannte Deiterssche Kern oder äussere Acusticuskern mit dem Acusticus nichts zu tun hat. Das gleiche gilt nach dem Gesagten wohl auch (zunächst wenigstens beim Kaninchen) vom sogenannten inneren Acusticuskern (Clarke, Meynert), von den angeblichen gekreuzten Wurzelfasern des Acusticus in der Raphe (Meynert), von seinen angeblichen Verbindungen mit dem hinteren Längsbündel (Meynert) und wahrscheinlich auch von seinen angeblichen Beziehungen zum Bindearm (Mendel). Gegen letztere spricht auch die Tatsache, dass bei einem anderen Kaninchen mit vollständig atrophischem rechtsseitigen Bindearm der rechte Acusticus genau so stark ist, wie der linke.

Das Nähere über diese Verhältnisse wird demnächst in einer Arbeit von Herrn B. Onufrowicz beschrieben werden.

Separat-Abdruck aus „Neurologisches Centralblatt“. 1885. Nr. 9.

Weitere Mitteilung über den Ursprung des Nervus acusticus.

Von Professor Dr. Aug. Forel und med. prakt. B. Onufrowicz in Zürich.

Der ersten Mitteilung von Professor Forel in Nr. 5 dieses Blattes haben wir noch folgendes hinzuzufügen:

Das Gehirn eines zweiten Kaninchens, das auch im Jahre 1880, aber von Herrn Kollegen Dr. Kaufmann, ähnlich wie das erste, in unserem Laboratorium operiert worden war, wurde ebenfalls geschnitten. Dasselbe zeigte auch eine Atrophie des Nervus acusticus, aber weniger vollständig; namentlich war die hintere Wurzel nicht ganz atrophiert (etwa $^1/_5$ davon war erhalten). Dagegen schnitt sich das Hirn gut. Das Kaninchen hatte anfangs und noch lange Zeit nachher keine Schiefstellung des Kopfes gezeigt. Eine solche entstand jedoch später durch eine von der Wunde ausgegangene käsige Eiterung, welche, wie es sich nach der Tötung zeigte, auf der Oblongata, in der Acusticusgegend, einen Druck ausgeübt hatte. Das Gehirn (die Oblongata) war aber in keiner Weise entzündlich verändert.

Diese zweite Schnittreihe, mit der ersten verglichen, erlaubt uns nun kurz noch das Folgende anzugeben, das uns vorher noch nicht sicher genug erschien.

Die bei den Nagern wie der vordere Zweihügel von einer grauen Rinde überzogene paarige laterale Anschwellung der Oblongata, welche caudalwärts vom Crus cerebelli ad medullam oblongatam liegt, dem Tuberculum acusticum niederer Wirbeltiere offenbar entspricht, von Meynert und anderen zur Flocke gerechnet, von Stieda Tuberculum laterale genannt und nach Foville, Stilling, Schröder und Stieda auch als Acusticuskern betrachtet wurde, zeigt sich auf der Exstirpationsseite entschieden, wenn auch nur sehr partiell, atrophisch. Besonders ist die tiefe Faserschichte atrophisch, welche der hinteren Acusticuswurzel dicht anliegt. Aber auch die in dieser Faserschichte zerstreuten und die als besondere Schichte darauf folgenden Ganglienzellen sind an Zahl vermindert. — Die oberflächliche feinzellige Schichte dagegen ist nur unbedeutend verkleinert. Die Atrophie ist, geringer als diejenige der Rinde des oberen Zweihügels nach Wegnahme des Opticus, ungefähr so wie diejenige der Substantia gelatinosa des Trigeminus, wenn man diesen Nerven peripher vom Ganglion Gasseri ausschneidet.

Demnach haben wir wohl diese Masse als Acusticuskern zu betrachten, ähnlich wie die Rinde des oberen Zweihügels Opticuskern ist, da sie den Gesetzen der partiellen Atrophie sensibler Nervenkerne

folgt, während der gänzlich atrophierende vordere Kern entschieden als Spinalganglion des Acusticus gedeutet werden muss.

Dachkerne, Corpus geniculatum internum, unterer Zweihügel, Corpus trapezoïdes und Bindearm zeigen keine Atrophie.

Extrait des Archives des sciences physiques et naturelles. Sept. 1885.
IIIe période, t. XIV, p. 275.

Zoologie, Anatomie et Physiologie.

M. le prof. Auguste Forel fait une communication *sur l'origine du nerf acoustique.*

Meynert, ainsi que d'autres avant lui et après lui ont accordé, sans preuves suffisantes, de nombreux noyaux d'origine au nerf acoustique. C'est facile à comprendre pour qui connaît l'inextricable fouillis des fibres nerveuses et des cellules dans la moelle allongée et sous le cervelet. M. Forel renvoie au travail que va publier sur ce sujet dans *l'Archiv für Psychiatrie*, un de ses élèves, M. B. Onufrowicz.

M. Forel a réussi il y a quelques années à enlever la plus grande partie du nerf acoustique à des lapins nouveaux-nés en détruisant le rocher. La plupart de ces lapins se mettent après l'opération à tourner sans interruption sur l'axe longitudinal de leur corps jusqu'à ce qu'ils meurent.

Deux lapins survécurent, dont l'un tourna presque pas, mais tint toute sa vie la tête dans une position horizontale, l'oreille du côté opéré dirigée en bas, l'autre en haut. Chez ce lapin qu'on laissa devenir adulte et dont on examina le cerveau réduit en série de coupes, on trouve la racine postérieure de l'acoustique presque entièrement atrophiée, la racine antérieure à moitié seulement. Le noyau antérieur de l'acoustique *(vorderer Acusticuskern)* se trouve presque entièrement atrophié; à peine restait-il quelques résidus de cellules. De plus on trouva une atrophie partielle surtout des couches profondes de la partie dite „tubercule acustique“ ou „nuque du cervelet“ de Stilling (couches de substance grise et de substance mêlée qui recouvrent la portion supérieure des pédoncules cérébelleux postérieurs). Mais là il n'y avait qu'une diminution générale de la substance, pas d'atrophie de certains éléments. Les autres soi-disant noyaux de l'acoustique (noyau dit externe, noyau dit interne, fibres croisées, etc.) étaient demeurés parfaitement intacts. Monakow avait déja trouvé par une expérience inverse, en coupant la moitié de la moelle d'un jeune lapin vers l'entrecroisement des pyramides que cette lésion détermine une atrophie complète des cellules du soi-

disant noyau externe de l'acoustique, mais ne cause aucune dégénérescence des fibres du nerf acoustique lui-même. Il en avait déjà conclu que Deiters avait eu raison de refuser à ce noyau des connexions avec l'acoustique et lui avait en conséquence donné le nom de „noyau de Deiters", nom déjà employé par Laura.

D'après les résultats de Gudden, l'arrachement des nerfs sensibles chez l'animal nouveau-né ne détermine jamais qu'une atrophie partielle de leurs noyaux proprement dits, sans disparition d'une catégorie particulière de cellules, tandis que l'arrachement des nerfs moteurs et des nerfs sensibles (en delà des ganglions spinaux) détermine une atrophie complète ou peu s'en faut des cellules motrices et des cellules des ganglions. Ces faits concordant admirablement avec les résultats des travaux de Golgi et de Bellonci sur la structure des cellules ganglionnaires et de leurs connexions avec les fibres.

M. A. Forel conclut que le noyau dit antérieur (*vorderer Kern*) de l'acoustique ne peut être que l'homologue modifié d'un ganglion spinal pour la racine postérieure de l'acoustique, comme l'ont déjà pensé Stilling et d'autres. Le véritable noyau de l'acoustique est le tubercule acoustique du même côté qui est pour le nerf auditif ce que le tubercule quadrijumeau antérieur est pour le nerf optique.

Quant à la racine antérieure du nerf acoustique, on voit grâce à son atrophie partielle, qu'elle va vers le centre de la base du cervelet où elle se perd autour des crura cerebelli ad corpora quadrigemina en formation, peut-être dans un amas de cellules qui se trouve en dessous, comme le prétend Bechterew, Elle n'a évidemment aucune connexion, ni avec le noyau antérieur ni avec le tubercule acoustique. M. Forel la considère comme étant très probablement la partie non auditive du nerf du vestibule, celle qui va aux ampoules des canaux sémicirculaires, et croit que c'est sa lésion qui produit les fameux mouvements continuels de la tête en sens divers (suivant le canal qui a été lésé), que Flourens a le premier observés non seulement après les lésions des canaux sémicirculaires, mais après celles du cervelet. Comme Schiff, Gudden et d'autres, M. Forel a pu enlever la plus grande partie du cervelet sans provoquer ces mouvements, en ayant soin de ne pas léser la base de la partie centrale de cet organe où s'épanche la racine antérieure de l'acoustique. M. Forel a même gardé longtemps en vie un rat privé de la moitié du cervelet, moins cette base. Ce rat n'a jamais montré le moindre trouble dans la coordination de ses mouvements.

Lorsqu'on enlève l'acoustique entier, c'est le mouvement de rotation autour de l'axe longitudinal du corps qui l'emporte. C'est d'après M. Forel, grâce à ce que la lésion de la racine antérieure de l'acoustique n'était que partielle que les deux lapins dont il montre les deux

préparations microscopiques avec atrophies unilatérales ont pu rester en vie.

M. Forel n'aborde pas la question des connexions centrales de l'acoustique, soit des connexions probables de ce nerf et de ses noyaux avec le corps genouillé interne et le lobe temporal des hémisphères cérébraux. Pour cela il faut d'autres expériences analogues à celles qui ont été faites par Gudden, Ganser et Monakow sur les centres corticaux et thalamencéphaliques de l'optique.

Einige hirnanatomische Betrachtungen und Ergebnisse.[1])

(1886)

(Hierzu Tafel VII, VIII.)

Professor C. Golgi hat in den letzten Jahren seine histologischen Studien über das Zentralnervensystem veröffentlicht.[2]) Dieselben involvieren eine solche Aenderung unserer Anschauungen, dass sie alle Aufmerksamkeit verdienen. Wie alles neue, werden sie noch vielfach mit Skepticismus begrüsst. Ich kann in diesem Falle denselben nicht teilen.

Die bisherigen Fortschritte in der Färbung der Nervenelemente, sowohl mittelst der Osmiumsäure und des Goldchlorids, als besonders durch die neueren Methoden Weigerts (speziell mit Hämatoxylin) hatten eigentlich eine entmutigende Tatsache zu Tage gefördert, die ein Herr Kollege mit dem drastischen, aber bezeichnenden Ausdrucke des „Bierfilzes der grauen Substanz" illustrierte. In der Tat ist die durch die feinsten Nervenfasern gebildete verfilzte Masse so dicht und so sinnverwirrend, dass von einer direkten Entwirrung derselben keine Rede sein kann. Was ineinander geht, was über- und untereinander verläuft, bleibt trotz der besten Linsen und der feinsten Schnitte unentschieden. Ja, es ergibt sich bald die trostlose Tatsache, die schon aus der Ueberlegung, aber auch aus den guten Karminschnitten hervorging, dass, je feiner der Schnitt, desto kürzer der sichtbare Verlaufsteil eines Elementes ist; alles ist durchschnitten und man kann nichts weit genug verfolgen. Ich muss hier, entgegen neueren Ansichten, behaupten, dass gute Karminschnitte in sehr vielen, ja fast in den meisten Hinsichten, der Weigertschen Methode vorzuziehen sind, da sie die Ganglienzellen und ihre gröberen Verbindungen mit den Fasern darstellen.

Golgi hat nun das Ei des Kolumbus gefunden, eine Tatsache, an deren Möglichkeit niemand dachte. Seine komplizierte Methode,

---

[1]) Aus dem Archiv für Psychiatrie, Band XVIII, Heft I, 1887. In dieser Arbeit findet sich die volle Neuronentheorie, die erst viel später, von Waldeyer getauft, ihm zugeschrieben wurde.

[2]) C. Golgi, Recherches sur l'histologie des centres nerveux; Archives italiennes de Biologie Vol. III und IV, 1883. Derselbe: Sulla fina anatomia degli organi centrali del sistema nervoso. Studi di Camillo Golgi. 24 Tafeln. 1886 etc.

die er vollständig angibt, hat die wunderbare Laune, nur da und dort einzelne Elemente zu färben — aber dieselben dann, wenn sie völlig gut gelungen ist, in ihrem ganzen Umfang und Zusammenhang: die Zelle mit allen Fortsätzen, Fasernetz und Uebergang in die Nervenfasern. Alles übrige bleibt weissgelblich und, da die Methode auf Reduktionsprozessen beruht und schwarz färbt, sind die Bilder von ausnehmend grosser Schärfe und Klarheit, so, dass gerade dickere Schnitte am brauchbarsten werden. Dass Golgis Angaben und seine prachtvollen Tafeln auf nur wenig schematisierter Wahrheit beruhen, hat sich in unserem Laboratorium der Heilanstalt Burghölzli erwiesen. Auf meine Veranlassung hin hat sich Herr Dr. Eugen Bleuler, damals Arzt hier, jetzt Direktor in Rheinau, hinter das schwierige Studium der Golgischen Methode gemacht. Und es ist ihm gelungen, wenn auch nicht alles, so doch viele der Golgischen Bilder zu erzeugen. Er hat seine Ergebnisse der ärztlichen Gesellschaft zu Zürich[1]) mitgeteilt und demonstriert. Herrn Dr. Br. Onufrowicz, Assistenzarzt in Burghölzli, ist es seither gelungen, auch die Purkinjeschen Zellen und die Zellen der Oblongata darzustellen.

Die überraschenden Ergebnisse Golgis, denen wir beipflichten müssen, sind kurz folgende:

1. Sämtliche Zweige der Protoplasmafortsätze endigen blind. Sie anastomosieren nie, sind höckerig und zeigen keine fibrilläre Struktur.

2. Jede Ganglienzelle ist *unipolar*. Das heisst sie besitzt einen, aber nur einen fibrillären Fortsatz oder Nervenfortsatz.

3. Dieser Nervenfortsatz ist nicht unverzweigt, wie Deiters glaubte, sondern immer verzweigt. Sowohl der Nervenfortsatz als seine Zweige unterscheiden sich noch durch ihr glattrandiges, gleichmässiges Aussehen von den Protoplasmafortsätzen. Vor allem aber zeigen die Verzweigungen eine Feinheit, die jenen nie zukommt.

4. Es gibt zwei Kategorien von Ganglienzellen:

a) Zellen I. Kategorie Golgis oder Deiterssche Zellen, bei welchen der Nervenfortsatz nach Abgabe einer mehr oder weniger grossen Quantität feiner Seitenästchen in eine Markfaser übergeht;

b) Zellen II. Kategorie, deren Nervenfortsatz sich vollständig in ein Fibrillengewirr auflöst und zu keiner Nervenfaser wird.

Es ist den Herren Kollegen Bleuler und Onufrowicz gelungen, Zellen beider Kategorien darzustellen. Zu der I. Kategorie gehören z. B. die grossen Pyramiden der Hirnrinde und die Purkinjeschen Zellen, sowie natürlich die grossen Zellen der Vorderhörner (letztere

[1]) Correspondenzblatt für schweizer. Aerzte, 1886, Seite 155 (15. März).

konnten noch nicht mit Golgis Methode dargestellt werden). Zu der II. Kategorie gehören viele kleine Ganglienzellen.

5. Golgi hat auch nachgewiesen, dass viele Fasern aus der weissen Substanz in die graue eintreten und sich darin direkt in das Fasergewirr verzweigen. Er glaubt ferner, dass die feinsten Verzweigungen, sowohl jener Fasern, als der Nervenfortsätze der Zellen beider Kategorien in einem gemeinsamen Fasernetz anastomosieren.

Er stellt nun die Theorie auf, die Zellen I. Kategorie seien motorisch und diejenigen II. Kategorie seien sensibel. Dieses wird damit begründet, dass die Ursprungszellen der motorischen Nerven zur I. Kategorie gehören, während umgekehrt in den Ursprungsmassen der sensiblen Nerven nur Zellen II. Kategorie zu finden sind.

Golgi glaubt sich aber noch berechtigt, diese Ansicht weiter auf die zentralen Hirnmassen zu übertragen, worin wir ihm nicht folgen können.

Die Lehre der gröberen Anastomosen zwischen Ganglienzellen, wie sie bei älteren Autoren, z. B. bei Schröder van der Kolk,[1]) üblich war, wurde von den Häuptern der Nervenhistologie, von Kölliker, Max Schultze, Deiters etc. stets bekämpft. Dieselbe wurde nun 1877 von Carrière[2]) unter Kollmanns Leitung wieder aufgenommen. Bestrickt durch die Schönheit der Carrièreschen Originalpräparate, glaubte ich selbst eine Zeitlang daran. Doch musste ich aus meinen eigenen beharrlichen, aber vergeblichen Versuchen, die Carrièreschen Anastomosen durch Zupfen zu finden, ersehen, dass dieselben Kunstprodukte waren und in Wahrheit nicht vorhanden sind.

Wie steht es nun mit der immer noch in den neuesten Lehrbüchern und Arbeiten vorhandenen aprioristischen Annahme, dass die Ganglienzellen sozusagen Knotenpunkte zwischen Fasersystemen darstellen? Man stellt sich zwar dabei meistens nicht mehr die naiven Schröderschen Bilder vor; doch hört man immer wieder von der Unterbrechung eines Fasersystems durch einen grauen Kern sprechen, und stillschweigend nehmen die meisten an, dass wohl jede Ganglienzelle mit mindestens zwei Nervenfasern zusammenhängt, dass sie, wenn nicht unmittelbar, so doch mittelbar durch ein Fasernetz mit Nervenfasern in direkter *Kontinuität* steht, obwohl darüber nichts fest Bewiesenes vorliegt. Man könnte allerdings die sogenannte T-förmige Teilung des Fortsatzes der Zellen der Spinalganglien einwenden. Doch muss dieselbe, wenn

[1]) Schröder v. d. Kolk, Bau und Funktionen der Medulla spinalis und oblongata, übersetzt von Theile, Braunschweig 1859.

[2]) J. Carrière, Ueber Anastomosen der Ganglienzellen in den Vorderhörnern des Rückenmarkes. Archiv für mikroskopische Anatomie, Band XIV, Taf. VIII.

vorhanden, durch die unter v. Guddens Leitung gemachte experimentelle Arbeit Vejas' jedenfalls eine ganz andere Deutung erfahren, und es kann von dem Uebergang des gegen das Rückenmark gerichteten Teilastes in eine Nervenfaser nicht mehr die Rede sein. His will zwar jüngst beim Embryo beobachtet haben, dass die sensiblen Fasern vom Spinalganglion aus gegen das Rückenmark zu wachsen. Es lässt sich dieses aber vielleicht ebensogut dadurch erklären, dass sie einfach durch das Ganglion passieren, als dadurch, dass sie aus den Zellen desselben stammen.

Wenn wir aber die vergleichende Histologie und die Entwicklungsgeschichte mehr berücksichtigen, so müssen wir noch zu ganz anderen Gesichtspunkten kommen. Das aus epiblastischen Zellen bekanntlich hervorgegangene Nervensystem findet sich in den niedersten Tieren zuerst in der Form von vereinzelten Ganglienzellen und Neuroepithelien. Die Nerven sind nur Auswüchse von Epithelzellen. Weder da, noch bei der Entwicklung der Nervenelemente der Wirbeltiere, ist man meines Wissens bis jetzt auf irgendwie zuverlässige anastomotische Vorgänge zwischen den Auswüchsen der Ganglienzellen, den Fasern oder den Protoplasmafortsätzen des einen Elementes mit denjenigen der andern gestossen. Selbst die Art, wie sich der Nerv an die Muskelfaser anlegt, die sogenannte Nervenendigung in dem quergestreiften Muskel, ist eine Art Verkittung und bildet keine direkte Kontinuität.

Aber nun das Fasernetz. Man stellt sich dasselbe gewöhnlich als ein wirkliches Netz vor, dessen feinste Teilästchen untereinander in direkter Kontinuität stehen. Selbst Golgis Methode kann über diesen Punkt nicht endgültig entscheiden, und Golgi drückt sich auch darüber sehr vorsichtig aus. Die feinsten Teilästchen des Nervenfortsatzes sind eben gar zu fein, um entscheiden zu lassen, ob ein Uebereinanderliegen oder ein Ineinanderübergehen gesehen wird, wenn die Verästelungen einiger Elemente zusammentreffen. Wenn aber so kolossale Verästelungen der Elemente, wie Golgis Methode sie darstellt, zusammentreffen, so müssen sie unbedingt, auch wenn sie kein wirkliches Netz bilden, derart ineinandergreifen, dass ein fürchterliches filzartiges Gewirr entstehen muss. Dieser Filz kann somit ein *Scheinnetz* sein. Und in der Tat, wie können wir uns wohl denjenigen Prozess vorstellen, bei welchem diese allerfeinsten zahllosen Auswüchse ursprünglich untereinander nicht verbundener Zellen sich alle mit ihren freien Enden genau begegnen würden, um zusammen zu einem kontinuierlichen Netz zu verwachsen? Erst recht unwahrscheinlich wird aber

[1]) Ein Beitrag zur Anatomie und Physiologie der Spinalganglien. Dissertation. München 1883.

diese Vorstellung, wenn wir überlegen, dass sich dieses Netz jedenfalls während der Entwicklungsjahre noch weiter entwickeln muss, was bei einer wirklichen Verwachsung doch nicht so leicht denkbar wäre.

Ich sehe aber allmählich immer weniger ein, warum eine wirkliche kontinuierliche Verbindung der feinsten Aestchen der Nervenelemente unter sich ein physiologisches Postulat sein muss. Wenn die Aeste der Bäume verschiedener Nervenelemente derart ineinandergreifen, wie sie es tatsächlich tun, so dürfte dies zur Uebertragung von Reizen völlig genügen. Die Elektrizität gibt uns so zahlreiche Beispiele ähnlicher Uebertragungen ohne direkte Kontinuität, dass es sich wohl beim Nervensystem auch so verhalten könnte.

Ich möchte vermuten, dass alle Fasersysteme und sogenannte Fasernetze des Nervensystems nichts anderes sind, als Nervenfortsätze von je einer bestimmten Ganglienzelle. Mit seiner Basis geht der Nervenfortsatz aus der Zelle hervor. Er verästelt sich dann sehr verschiedenartig und gibt seine Fibrillen an sehr verschiedenen Stellen, bald überhaupt nicht weit (Zellen II. Kategorie), bald zum Teil in der Nähe und zum Teil, zeitweilig als Markfasern vereinigt bleibend, auf grosse Distanz, aber stets schliesslich in Form stark verästelter, ineinandergreifender, aber nirgends anastomosierender Bäume ab. Diese Ansicht würde sich mit den Bildern der Golgischen Methode ganz gut vereinigen.

Man wird mir vielleicht einwenden, es gebe soviel mehr Fasern als Zellen im Nervensystem, und dazu wären noch so viele Zellen II. Kategorie vorhanden, deren Nervenfortsatz nie zur eigentlichen Markfaser wird, dass diese Ansicht unhaltbar sei. Wenn wir aber die kolossale Länge der meisten Markfasern berücksichtigen, so müssen wir anerkennen, dass dieselben weitaus den grössten Teil des Zellenleibes ausmachen, und man wird über das Uebergewicht der weissen Substanz nicht mehr erstaunen. In der Tat entspricht die Zahl der Nervenfasern der pheriperen motorischen Nerven, soweit wir urteilen können, ziemlich genau und jedenfalls wohl nach Birges[1]) Untersuchungen recht genau der Zahl ihrer Ursprungszellen im sogenannten Nervenkern. Nun ist der periphere Nerv in toto viel grösser als sein Kern. Diese Tatsache enthält einen sehr wichtigen Wink für das Verständnis der Struktur des Nervensystems.

Nach Golgi sind die Protoplasmafortsätze Ernährungsarme für die Zelle und schmiegen sich den Blutgefässen an. Letzteres wurde schon von Meynert mehrfach angegeben. Diese Ansicht hat viel Wahrscheinlichkeit für sich. Man möchte allerdings meinen, danach müssten

[1]) Die Zahl der Nervenfasern und der motorischen Ganglienzellen im Rückenmark des Frosches (nach Kahler).

diejenigen Zellen, welche die längsten und am meisten verästelten Nervenfortsätze besitzen, auch die grössten Protoplasmafortsätze haben: dieses stimmt aber durchaus nicht immer, denn manche Zellen II. Kategorie haben starke Protoplasmafortsätze, während das bei manchen Zellen I. Kategorie (z. B. bei denjenigen der absteigenden Quintuswurzel) nicht der Fall ist.

Golgi hält die Zellen II. Kategorie für sensibel, diejenigen I. Kategorie für motorisch. Hier müssen wir ihm entgegentreten. Es mögen die peripheren Endigungen der sensiblen Nerven modifiziert sein wie sie wollen, eine Tatsache steht doch wohl fest, nämlich, dass die ursprüngliche, den sensiblen Reiz empfangende Stelle eine in eine Ganglienzelle umgewandelte Epithelzelle der Haut ist oder wenigstens war, welche Zelle gegen das Zentralnervensystem einen Fortsatz sendet, der zum sensiblen Nerven wird. Diese Struktur ist in so typischer Weise bei den Endigungen der sensiblen Nerven niederer Tiere zu finden, dass nicht daran zu zweifeln ist. Bei den Insekten, die ich darüber näher untersucht habe, fehlt sie nirgend. Die periphere sensible Zelle stellt aber gewissermassen eine Zelle I. Kategorie von Golgi dar, deren Fortsatz die sensible Nervenfaser ist. Wenn unsere Vermutung richtig ist, muss demnach das zentrale Ende der sensiblen Nervenfasern eine baumförmige Verästelung sein. Dieses ist nun offenbar der Fall; Golgi nennt diese Endigung ein Fasernetz und Bellonci[1]) hat es auch gefunden. Auf Grund der Ergebnisse der Gudden schen Methode ist von Mayser[2]) und von mir[3]) eine ganz ähnliche Ansicht bereits ausgesprochen worden. Der Hauptunterschied zwischen dem sensiblen und dem motorischen Nerven würde aber, wie ich nun vermute, nicht darin bestehen, dass der erstere an seinem zentralen Ende mit Zellen II. Kategorie in Berührung kommt, sondern darin, *dass die Ganglienzelle, aus welcher die Faser stammt, im ersteren peripher, im zweiten zentral liegt*. In beiden Fällen wäre das andere Ende eine baumartige Verästelung, das eine Mal im Muskel, das andere Mal in der Substantia gelatinosa.

Eine Schwierigkeit scheinen, wie bereits erwähnt, die spinalen Ganglien zu bieten. Wenn wir aber den Ergebnissen der schon zitierten Arbeit von Vejas glauben dürfen, so muss man einer schon früher geäusserten Ansicht beipflichten, nämlich, dass die Fasern aus den Zellen der Spinalganglien alle peripherwärts verlaufen und eigentlich

[1]) Bellonci, Mem. dell. R. acad. dei Lincei. Roma 1879—1880.

[2]) Mayser, Dieses Archiv, 1877.

[3]) Forel, Correspondenzblatt für schweizer. Aerzte. XII, 1882, und Tageblatt der deutschen Naturforscherversammlung in Salzburg. 1881.

mit den sensiblen Fasern direkt nichts zu tun haben. Schneidet Vejas den sensiblen Nerven unterhalb des Ganglion durch, so atrophieren alle Zellen desselben und alle Fasern der Wurzel. Durchschneidet er den Nerven zwischen Ganglion und Rückenmark, so atrophieren das Ganglion und seine Zellen absolut nicht, dagegen wohl ein grosser Teil der peripheren sensiblen Nervenfasern. Vejas schliesst mit Recht daraus, dass die Fasern aus den Spinalganglienzellen eine besondere, von den sensiblen verschiedene Faserkategorie bilden, welche zentrifugal verläuft. Er pflichtet im allgemeinen den früher von Axmann[1]) gewonnenen Resultaten bei, nach welchen die Spinalganglien eine trophische Bedeutung für periphere Gewebe haben sollen.

Eine weitere Schwierigkeit bieten gewisse sensible Nervenendigungen, bei welchen die Faser in einer Spitze statt in einer Zelle zu endigen und sich vorher peripherwärts zu teilen scheint. Bedenken wir aber, dass die Markfaser als solche eine sekundäre Bildung ist, dass der Axenzylinder, wie Kupffer ganz klar dargetan hat, aus Fibrillen besteht, dass bei niederen Tieren diese Fibrillengruppen, die aus den Ganglienzellen hervorgehen, sich plexusartig zu marklosen Nerven vereinigen, die noch nicht aus Primitivfasern, sondern aus Fibrillen mit dazwischenliegenden unregelmässigen Bindegewebsscheidewänden bestehen, so dürfte diese Schwierigkeit nicht mehr so gross erscheinen. Es könnte immerhin sein, dass in gewissen Nervenfasern Fibrillenäste aus dem Nervenfortsatz verschiedener Ganglienzellen enthalten wären. Das angebliche Fehlen der peripheren Zelle wäre mir allerdings ein Rätsel. Immerhin scheint eine neuere Arbeit von S. Frenkel (Archiv für Anatomie und Physiologie 1886: Nerv und Epithel am Froschlarvenschwanze) die Möglichkeit einer Erklärung dieses Rätsels zuzulassen.

Vor allem aber hat man kein Recht, solche zentrale Ganglienzellen, die nicht, wenigstens nicht direkt, mit einer peripheren Nervenfaser zusammenhängen, als sensible oder motorische Zellen zu bezeichnen. Es darf da nur noch von Reizübertragungen gesprochen werden. Nur die Art der peripheren Endigung der Faser, ihrer Endigungen überhaupt, scheint für ihre Funktion entscheidend zu sein. Motorisch ist nur der Muskel, sagte Meynert mit Recht. Warum spricht er dann immer wieder von sensiblen und motorischen Zellen des Grosshirns? Wir können somit der Ansicht Golgis über die spezifisch sensible Funktion seiner Zellen II. Kategorie überhaupt nicht beipflichten. Ja, wir haben positive Beweise, dass es „sensible" Zellen I. Kategorie gibt.

---

[1]) Axmann, De Gangliorum system. struct. penit. eisque functionibus. Berol. 1847. und Beiz, Z. mikr. Anat. und Phys. des Gangliennervensystems des Menschen und Wirbeltiere. Berlin 1853.

G a n s e r[1]) hat nachgewiesen, dass die Ganglienzellen der Retina nach Durchschneidung des Opticus atrophieren, wohl ein Beweis, dass sie I. Kategorie sind. Die Zellen II. Kategorie haben jedenfalls eine mehr zentrale Bedeutung.

G o l g i hat eine Ansicht über die Lokalisationstheorie geäussert, welche mit derjenigen E x n e r s verwandt ist, und die richtige sein dürfte, nämlich, dass die Lokalisation der Funktionen der Grosshirnrinde einfach davon abhängt, dass eben in deren verschiedene Bezirke Projektionsfasern sehr verschiedenen Ursprungs einmünden. Es mögen die Anhänger der Lokalisation vielfach übereilte und ungenügend festgestellte Behauptungen aufgestellt haben, welche ihrer Sache mehr geschadet als genutzt haben. Aber mit dem Schlagwort „Landkartenartige Einteilung der Hirnoberfläche" hat man die Sache und vor allem die verschiedenartigen Projektionsfasersysteme, welche aus ziemlich bestimmten, wenn auch individuell variablen Bezirken der Hirnrinde entspringen, um sich zu den Sinneszentren und zu den motorischen Kernen zu begeben, nicht aus der Welt geschafft. Eine Art „allgemeiner Lokalisation", wie v. G u d d e n (Zeitschrift für Psychiatrie 1886), anzunehmen scheint, welche nur Sensibilität und Motilität in verschiedenen Bezirken verlegen würde, stimmt einfach nicht mit den Tatsachen überein. Gewisse Elemente der „Fasernetze" der Rinde des Cuneus (vergl. S e g u i n , Archives de Neurologie 1886) verdienen z. B. in ihrer Gesamtheit deshalb den Namen „Sehsphäre", weil in ihnen die Endigung eines Fasersystems stattfindet (Sehstrahlungen oder Fasciculus opticus), das von den Opticuszentren herstammt, und weil jede stärkere Zerstörung, sei es dieses Fasersystems, sei es der Rinde des Cuneus Sehstörungen (Hemiopie u. dergl.) hervorruft. Diese Halbblindheit ist zweifellos eine „Blindheit für unser Grosshirnbewusstsein", und unser vorderer Vierhügel etc. „sieht bei derselben noch". Nachdem nun die optischen Reize zunächst zweifellos diese Abteilung der Hirnrinde erreicht haben, so ist ihre erste Aufbewahrung daselbst als Gesichtserinnerungsbilder doch höchstwahrscheinlich, wobei sie natürlich durch mannigfachste Assoziationssysteme mit anderen Rindenbezirken verbunden sind, welche wohl den assoziativen Erinnerungbildern zur organischen Grundlage dienen mögen. Ob diese Reizübertragungen durch Faserkontinuität oder durch die Kontiguität ineinandergreifender Verästelungen, oder einmal so, einmal anders je nach der Art des psychophysiologischen Prozesses geschehen, ändert zunächst nichts an den gröberen anatomisch-physiologischen Tatsachen der sogenannten „Lokalisationen".

[1]) G a n s e r , Dieses Archiv, Band XIII, Heft 2, Taf. VI, Fig. 9 und 10.

v. Monakow[1]) hat bekanntlich gezeigt, dass ein Hauptzentrum des Opticus, das *Corpus geniculatum externum*, sowohl vom Auge (wie es schon von v. Gudden nachgewiesen war), als von einem bestimmten Bezirk der Hirnrinde aus zur Atrophie gebracht werden kann. v. Gudden[2]) hatte eine Atrophie nach Fortnahme der ganzen Hemisphäre früher schon betont. Aber es atrophiert nach v. Monakow in jedem Fall anders. Bei der Exstirpation der Rinde gehen *seine Zellen alle zu grunde*; bei Wegnahme des Auges hauptsächlich nur die *gelatinöse Grundsubstanz*, besonders im sogenannten dorsalen Kern, so dass die Zellen dichter aneinanderliegen. Gewiss liegt demnach die Annahme nahe, dass Optikussfasern als Fortsätze der Ganglienzellen der Retina baumförmig verästelt in dem Corpus geniculatum externum endigen. Ein zweites Fasersystem würde dann aus den Zellen des Corpus geniculatum externum zur Rinde der Sehsphäre, resp. des Cuneus, wie es Seguin[3]) festgestellt hat, verlaufen (die sogenannten Sehstrahlungen), und dann wohl ebenfalls dort in baumförmigen Verästelungen endigen. Die Atrophie von der Rinde aus, wobei alle Zellen jedenfalls mit ihren Fortsätzen zu grunde gehen, ist weitaus die gewaltigere. Das Corpus geniculatum externum schrumpft nach v. Monakow fast bis zur Stecknadelkopfgrösse, wird durch Karmin dunkel gefärbt und zeigt die Residuen der geschrumpften Elemente. Dieses spricht dafür, dass seine Zellen I. Kategorie sind. Ich habe auch dieses Experiment, wenn auch etwas unvollständig, bei einer Ratte gemacht und die besagten Ergebnisse bestätigt gefunden. Somit würden die baumförmigen Verästelungen der optischen Fasern wahrscheinlich ohne direkte Kontinuität, nur durch intime Kontiguität, nach unserer Vermutung die optischen Reize dem Zellensystem des Corpus geniculatum externum und durch dieses der Rinde der Sehsphäre übertragen, wenn unsere Vermutung richtig ist.

Zwei Tatsachen bieten im ersten Augenblick Schwierigkeiten. Erstens hat v. Monakow nach Durchschneidung der Sehstrahlungen die Atrophie einer Kategorie von grossen Pyramidenzellen der Sehsphäre gefunden (l. c. Tafel VII, Fig. 8 und 9). Doch ist dieses nach meiner

---

[1]) v. Monakow, Dieses Archiv, Band XIV, Heft 3 u. ff. Tageblatt der deutschen Naturforscherversammlung in Strassburg, 1885, Seite 507.

[2]) v. Gudden, Dieses Archiv, Band XI, Heft 2, Seite 241.

[3]) E. C. Seguin in Archives de Neurologie v. Charcot, 1886. Seguin, in seiner vorzüglichen Uebersicht der pathologischen Fälle aus der Literatur, beweist, dass diejenigen Sehstörungen, welche bei mehr lateral gelegenen Herden des Occipitallappens (Gyrus angularis etc.) eintreten, nicht von der Zerstörung der Rinde, sondern von derjenigen der sehr nahe darunter gelegenen Sehstrahlungen abhängt, und dass die Rinde des Cuneus die menschliche Sehsphäre darstellt.

Ansicht durchaus kein Beweis, dass diejenigen Fasern, welche aus den Zellen des Corpus geniculatum externum stammen, in diese Zellen gehen. Denn es gibt an der Stelle der sogenannten „Sehstrahlungen" so viele verschiedene Fasersysteme, dass v. Monakow jedenfalls nicht nur das System aus dem Corpus geniculatum externum, sondern noch manche andere durchschnitten hat, und es könnte darin die Ursache jener Pyramidenzellenatrophie liegen. Ferner aber haben v. Gudden, Ganser und v. Monakow bei einer ganzen Reihe von Experimenten nach Exstirpation der Sehsphäre nicht nur das Corpus geniculatum externum und das Pulvinar, sondern noch den *Tractus opticus*, ja sogar den entgegengesetzten Sehnerven atrophisch gefunden. Das wäre nun eine sogenannte sekundäre (oder besser indirekte) Atrophie über das erste Zentrum hinaus und scheint im ersten Moment nur durch die Bipolarität der Ganglienzellen oder dadurch erklärt werden zu können, dass direkte Opticusfasern zur Hirnrinde gehen. v. Gudden[1]) hat nun die ganze Tatsache wiederholt auf Druckatrophie, von den Ventrikeln aus, zurückführen wollen und behauptet, er habe in einem Falle trotz Exstirpation der Sehsphäre bei der Katze keine Atrophie des Tractus opticus gefunden. Es war in diesem Falle ein medialer Teil des Occipitallappens erhalten geblieben, was nicht zu übersehen ist (vergl. Seguin l. c.). Wunderbarerweise hat v. Gudden zuletzt (l. c.) die Atrophie des eigentlichen Corpus geniculatum externum nach Wegnahme der Hemisphäre, eine Atrophie, die er früher selbst betont hatte (Archiv für Psychiatrie, Band XI, Seite 241), wieder geleugnet, d. h. beim Kaninchen auf das „grosse dorsale Ganglion" beschränkt, das er nun mit Tartuferi[2]) nicht mehr zum Corpus geniculatum externum rechnen will, während er nach Wegnahme des Tractus opticus alle Zellen des ventralen Ganglions atrophiert finden will. Ich muss mich

[1]) Allgemeine Zeitschrift für Psychiatrie, Band XLII, Heft 6, Seite 478, 1886.

[2]) Tartuferi, Studio comparativo del tratto ottico e dei corpi genicolati. Torino 1881. Tartuferi hält die dorsale Abteilung des Corpus geniculatum externum der Nager, der Wiederkäuer etc. für das Pulvinar der Primaten, mir entgegen. Er mag recht haben. Bei den Carnivoren ist aber das Corpus geniculatum externum, dank seiner Struktur, nicht zu verkennen. Da übrigens das Pulvinar auch ein optisches Zentrum ist, und da nach v. Monakows Experimenten beide Corpora geniculata wohl nichts anderes sein dürften, als abgetrennte Thalamuskerne, so hat die Sache nicht sehr viel Bedeutung. Jedenfalls dürfen wir unter keinen Umständen das Corpus geniculatum externum für das Homologon eines sensiblen Nervenkernes erklären. Ein solches ist für den Opticus überhaupt nicht vorhanden. Diejenigen optischen Gebilde, welche dem Nervenkern am nächsten stünden, wären jedenfalls die Ganglienzellen der Retina oder die Rinde des vorderen Hügels des Mittelhirnes. Die Hauptsache ist aber, dass nach Exstirpation der Rinde der Sehsphäre bei der Katze wie beim Hunde das unverkennbare Corpus geniculatum externum kolossal atrophisch wird.

in dieser ganzen Sache auf Seite v. Monakows stellen, nach dem, was ich gesehen habe. Die Weigertsche Tinction scheint v. Gudden eine Atrophie der Zellen vorgetäuscht zu haben, da, wo nur die Fasern atrophisch waren. Die zwei Abteilungen des Corpus geniculatum externum beteiligen sich zwar ungleich an der Atrophie. Doch der von v. Gudden zuletzt angegebene Gegensatz scheint mir nicht zu bestehen. Bei einer Ratte mit Exstirpation eines Teiles des Scheitellappens und des Occipitallappens, ohne Spur von Läsion des Ammonshornes, ohne Spur von Ventrikelerweiterung, bei welcher somit von Druck eines Exsudates keine Rede sein kann, finde ich eine kolossale Atrophie des dorsalen und eine mässigere Atrophie des ventralen Kernes des Corpus geniculatum externum. Bei den Nagern ist aber, wie schon v. Gudden, Ganser und v. Monakow gezeigt haben, keine Atrophie des entsprechenden Tractus opticus nach Exstirpation der Sehsphäre nachzuweisen. Ganser (l. c.) macht mit vollem Recht darauf aufmerksam, dass dieses dadurch zu erklären sein kann, dass die Beziehungen des Opticus zu der Hemisphäre bei niederen Säugetieren viel geringer sind als bei den höheren. Die Hemisphären werden ja bei den niederen Tieren überhaupt verhältnismässig immer unbedeutender und die Beziehungen des Opticus zu denselben nehmen im gleichen Masse ab, als seine Beziehungen zum vorderen Hügel des Mittelhirnes zunehmen.

Wenn wir alle diese Tatsachen berücksichtigen, so scheinen mir nur drei Annahmen zur Erklärung der Atrophie des Tractus opticus der Carnivoren nach Exstirpation der Sehsphäre möglich zu sein, denn an eine Druckatrophie durch ein Exsudat im Sinne v. Guddens kann ich bei der so häufigen Wiederholung des fraglichen Ergebnisses nicht glauben (warum sollten gerade immer nur diese Teile gedrückt werden?). Entweder gibt es bei höheren Säugetieren direkte Tractusfasern zur Hirnrinde — oder die gewaltige Schrumpfung des Corpus geniculatum externum zerrt und drückt *interstitiell* derart den Fibrillenbaum einer Anzahl Opticusfasern, dass dieselben infolgedessen degenerieren resp. atrophieren — oder endlich der Wegfall der Hauptfunktion bedingt eine partielle Atrophie (Verkleinerung) der Opticuselemente, ähnlich wie wir eine solche nach Durchschneidung motorischer Nerven bald sehen werden. Beide letztere Möglichkeiten müssen überhaupt bei sogenannten sekundären Atrophien gar wohl im Auge behalten werden.

Nun muss ich gestehen, dass die oben entwickelten Ansichten und die Ueberzeugung der Richtigkeit der Golgischen Ergebnisse (mit Ausnahme der feinsten Anastomosen) in mir dadurch vor allem gekräftigt wurden, weil beide mit den Ergebnissen der Guddenschen Methode in auffälligster Uebereinstimmung stehen. Im Moment, wo das tragische Schicksal v. Guddens dem Leben dieses in seinem

Fache so genialen, originellen und scharfsinnigen Forschers ein jähes Ende bereitete, waren gerade die Resultate und die Bedeutung seiner lange fast totgeschwiegenen Forschungen im Begriff, allgemein anerkannt und grossenteils verstanden zu werden.[1]) Dass nichtsdestoweniger manches aufzuklären übrig bleibt, kann man unter anderem aus folgendem Satz Friedr. Martius' in Nr. 276 (31. Mai 1886) der Volkmannschen klinischen Vorträge, Seite 2594, ersehen: „Der schroffe Gegensatz in den Angaben über die Wirkung des nervösen Ausfalls auf die betreffenden motorischen und sensiblen Kerne bleibt also unvermittelt bestehen. Ueberhaupt lassen die nach v. Guddens Methode ausgeführten peripheren und zentralen Durchschneidungen von Faserzügen oder Exstirpationen ganzer Hirnpartien bei Neugeborenen den klaren und bestimmten Nachweis vermissen, worin eigentlich die Wirkung dieser Operationen auf die mit der verletzten Stelle zusammenhängenden weissen Faserzüge und grauen Massen besteht. Bald ist von Degeneration, bald von Atrophie, bald von Bildungshemmung die Rede . . . . , aber darüber, ob im einzelnen Fall die in Frage stehenden Faserzüge bei neugeborenen Tieren schon mit der Markscheidenbildung fertig sind oder nicht, vermisse ich jede Angabe“ etc.

Ich will nun versuchen, meine Ansicht über diese Frage darzulegen. Die Arbeiten v. Guddens, Gansers, v. Monakows etc. setze ich als bekannt voraus.

Die sekundäre Degeneration und die Atrophie nach Eingriffen bei Neugeborenen sind nach meinem gegenwärtigen Dafürhalten keine verschiedene, sondern ganz gleichartige Prozesse, welche zunächst in einer Nekrose des betreffenden Elementes oder Elementstückes und zwar in seiner ganzen Ausdehnung zugleich bestehen. Ich verweise auf Zieglers Lehrbuch der speziellen pathologischen Anatomie, 4. Auflage, 1886, der eine ebenso klare, als nach meinem Gefühl zutreffende Darstellung dieser Prozesse gibt. Die nekrotischen Elemente müssen nun resorbiert werden. Es bilden sich Körnchenzellen etc. Schliesslich werden auch diese resorbiert; es entsteht ein dichtes Gliagewebe, das aber zugleich immer mehr schrumpft, so dass, je mehr Zeit seit dem zerstörenden Eingriff verflossen ist, desto mehr die Degeneration zur Atrophie wird. Der Hauptunterschied zwischen dem Neugeborenen und dem Erwachsenen liegt in der Raschheit des ganzen Prozesses. Was beim Neugeborenen in wenigen Tagen fertig ist und fast keine Residuen hinterlässt, dauert bei Erwachsenen länger und hinterlässt vor allem bedeutendere Residuen. Das ist leicht zu begreifen, wenn man an den

[1]) Siehe z. B. E. C. Seguin: Guddens Atrophy Method. and a Summary of its results (Archives of Medicine Vol. X, Nr. 2 und 3, New York 1883).

intensiven Stoffwechsel, den intensiven Kampf ums Dasein zwischen den einzelnen Zellen im Säuglingsalter denkt. Was den letzten Einwand Martius' betrifft, so hätte er selbst ersehen sollen, dass derselbe für periphere Nerven keine Gültigkeit hat, indem mit Ausnahme des Opticus und des Olfactorius, die peripheren Nerven bekanntlich bei der Geburt aller Säugetiere, wenigstens der Monodelphen, welche allein in Betracht kommen, stets schon markhaltige Fasern haben und funktionieren. Indessen ist es richtig, dass bei den operierten Tieren im Gehirn gewisse in Betracht kommende Faserzüge noch marklos gewesen sein mögen, was eine noch stärkere und raschere Einwirkung auf dieselben, mit Hinterlassung noch weniger Schrumpfungsresiduen bewirkt haben mag. Ein *prinzipieller* Unterschied scheint mir aber dadurch nicht gegeben, denn, abgesehen von der Markscheide, sind die Elemente auch im Gehirn bereits gebildet.

Doch kommen wir zum Hauptgegensatz, der zwischen Guddens Atrophien und sekundären Degenerationen zu bestehen scheint. Während man seit Wallers Entdeckungen glaubte, dass bei einer durchschnittenen peripheren motorischen Nervenfaser stets nur der periphere Stumpf degenerierte, hat v. Gudden[1]) zuerst am Ischiadicus und Facialis nachgewiesen, dass, wenn man beim Kaninchen diese Nerven an derjenigen Stelle (durch Ausreissen) durchtrennt, wo sie vom Zentralnervensystem abgehen, nicht nur der periphere Stumpf, sondern auch die zentrale Wurzel mitsamt den zentralen Ursprungszellen zu grunde geht. Anfangs glaubte offenbar v. Gudden, es sei dieser Unterschied von den Wallerschen Degenerationen dem Eingriff beim Neugeborenen zuzuschreiben. Zu anderer Zeit aber hat er sich wohl mehr der Ansicht zugeneigt, dass hier nicht das Alter, sondern der Ort der Durchtrennung massgebend sei. Es ist dies u. a. aus Seite 17 der bezüglichen Mayserschen[2]) Arbeit sowie aus Aeusserungen v. Guddens zu entnehmen. In der Tat scheint auch beim neugeborenen Tier, nach einfacher Durchtrennung eines motorischen Nerven in seinem peripheren Verlauf, trotz der gegenteiligen früheren Ansicht v. Guddens (l. c. Seite 24), auch dann, wenn man das periphere Ende disloziert, keine vollständige Atrophie des zentralen Stumpfes und der zentralen Zellen einzutreten, doch ist diese Frage wohl noch nicht endgültig gelöst. In seinen vorzüglichen Untersuchungen hat Ranvier[3]) diese Verhältnisse beim peripheren Nerven des Erwachsenen einer äusserst genauen Prüfung unterzogen. Er hat wohl bewiesen, dass Axenzylinder und Mark des

---

[1]) Gräfes Archiv für Ophthalmologie, Band XXV, Heft 1, Seite 23 und 24, 1879.

[2]) Mayser, Eperimenteller Beitrag zur Kenntnis des Baues des Kaninchenrückenmarkes. Dieses Archiv, Band VII, Heft 3, 1877. Seite 17.

[3]) Ranvier, Leçons sur l'histologie du système nerveux.

peripheren Stumpfes des durchschnittenen motorischen Nerven beide und ihrer ganzen Länge nach zugleich, dem Zerfall anheimfallen. Der Axenzylinder des zentralen Stumpfes dagegen knospt, wächst, teilt sich und sucht zunächst die Bahn des zerfallenden peripheren Nerven zu gewinnen, um in dieselbe (zum Teil in die Schwannschen Scheiden, welche mit zerfallendem Nährmaterial gefüllt sind, zum Teil im Perineurium) hineinzuschlüpfen und weiter zu wachsen. Von einer Wiederverwachsung, wie sie manche Autoren noch annehmen, dürfte somit keine Rede sein. *Es ist ein Nachwachsen des durchschnittenen Fortsatzes der Ganglienzelle, das offenbar da stattfindet.* Ist der Nerv disloziert, so verirren sich die Knospen allenthalben und rollen sich gern um den zentralen Nervenstumpf herum. Doch ist diese ganze Frage, besonders für die sensiblen Nerven, noch nicht genügend aufgeklärt. Nach ihrer Durchschneidung sollen die letzteren rasch und in beiden Richtungen degenerieren. Die Tatsache, dass, wie v. Gudden schon hervorhebt, auch noch so scharf und rein durchtrennte Faserzüge des Zentralnervensystems nie wieder verwachsen, spricht von vornherein gegen die Wahrscheinlichkeit einer Wiederverwachsung durchtrennter peripherer Nerven.

Bekanntlich hat man das Verhalten langjähriger Amputierter darauf untersucht. Konstant fand man da eine Atrophie resp. Degeneration der hinteren Wurzeln und des Hinterstranges (wie ich mit Mayser, l. c., annehme, sind es die *Zônes radiculaires*, das heisst die umgebogenen hinteren Wurzeln, die der Länge nach im Hinterstrang eine Strecke weit verlaufen, welche in diesen Fällen atrophieren). Dagegen sind die Resultate bezüglich der vorderen Wurzeln widersprechend. Während Hayem[1]) u. a. eine langsame Atrophie der Ganglienzellen der Vorderhörner nach Amputationen gesehen haben will, will Erlitzky[2]) gar keine Spur von Atrophie der vorderen Wurzeln und deren Zellen bei Hunden finden, welche amputiert wurden, als sie noch jung waren.

Ich glaube durch folgendes Experiment diese Frage klarer gestellt zu haben. Am 20. Juli 1884 nahm ich zwei erwachsene weibliche Meerschweinchen, welche schon geboren hatten, und schnitt dem einen den Nervus facialis nahe dem Foramen stylo-mastoideum ab. Dem anderen zog ich denselben Nerven, nach Guddens Verfahren am Neugeborenen, aus dem Canalis Falloppiae heraus, so dass er an der Hirnbasis riss, was aus der Länge des Stumpfes leicht zu ersehen war. Das Tier mit dem ausgerissenen Nerven tötete ich am 8. Dezember 1884,

[1]) Hayem et Gilbert, Archives de physiologie, III, 1884.

[2]) Erlitzky, Ueber die Veränderungen im Rückenmark bei amputierten Hunden. St. Petersburger medizinische Wochenschrift 1880.

so dass es 141 Tage seit der Operation gelebt hatte. Das andere Tier mit dem bloss durchschnittenen Nerven liess ich bis zum 8. April 1885, somit 262 Tage seit der Operation, leben. Dennoch erfolgte bei ihm eine nur partielle, wenn auch bedeutende degenerative Atrophie des Nerven und seiner Zellen, während beim ersten Tier, bei welchem der Facialis an der Hirnbasis abgerissen worden war, trotz der fast halb so kurzen Zeit ein totaler Zerfall der Fasern und Zellen eintrat.

Die Fig. 1—14 versinnlichen möglichst genau diese Verhältnisse (siehe Tafelerklärung). Betrachtet man dieselben, so wird man den Unterschied der beiden Atrophien wahrnehmen. Beim Meerschweinchen mit dem ausgerissenen Facialis (Fig. 3, 5, 6, 9, 10, 13 und 14) sieht man, dass sämtliche Elemente zu grunde gegangen sind. Als Residuen der Fasern finden wir an einzelnen Stellen, wo die Wurzel dichter ist, besonders im Knie und im Abschnitt vor dem Austritt des Nerven aus der Oblongata, zwischen dem Trigeminus und der oberen Olive, ein ganzes Netz von pathologischen Zellen, welche, besonders im Knie (Fig. 5, Kn. l. und Fig. 13), spinnenartige gewundene Fortsätze schicken. Diese Zellen sind ziemlich gross, sind wohl aus Körnchenzellen oder geschwollenen Gliazellen hervorgegangen, und nehmen genau, wenn auch im verkleinerten Massstabe, den Raum ein, den die Facialiswurzel einnahm. An wenigen Stellen, besonders am Corpus trapezoïdes und am Knie, sieht man einzelne dieser Zellen etwas abseits vom Facialisgebiet (z. B. Fig. 14, Z e l l). Ich nehme an, dass dieselben aus Zerfallsmassen entstanden sind, die etwas in die Interstitien des umgebenden Gewebes geflossen waren. Z i e g l e r (l. c.) hat gewiss völlig recht, wenn er bei derartigen Prozessen jeden eigentlichen Entzündungsvorgang in Abrede stellt. Auch sehen wir, dass die Fasern des Corpus trapezoïdes obwohl von degenerierten Facialisfasern ganz dicht durchflochten, weder Atrophie noch überhaupt Veränderungen zeigen. Sehr auffällig ist die fast vollständige Abwesenheit dieser Zerfallsprodukte im Abschnitt a—b (Fig. 6) der austretenden Wurzel (nur gerade in dem gezeichneten Schnitt sieht man eine Andeutung davon; es ist aber die Bahn des Facialis fast nur durch Gefässe gezeichnet, und in den anderen Schnitten nicht mehr sichtbar), sowie in dem ganzen Abschnitt der plexusartig entbündelten Wurzel zwischen Knie und Kern (Fig. 3). Im letzteren Abschnitt ist keine Spur der Wurzel mehr zu sehen. Da die Stellen, wo die Facialisfasern verlaufen, ganz genau bekannt und nicht zu übersehen sind, glaube ich, dass dieser völlige Schwund daher kommt, dass da, wo die Fasern weniger dicht verlaufen, die Zerfallsprodukte viel schneller und vollständiger mit viel weniger (vielleicht mit gar keiner) Bildung von pathologischen Zellen resorbiert werden. Dieses dürfte auch eine Erklärung sein, warum man bei den sekundären Degenerationen nur

kompaktere Bündel und Systeme, dagegen keine einzelnen Fasern verfolgen kann. Im Querschnitt des Knies sucht man fast vergebens nach erhaltenen Resten, welche noch deutlich den Charakter von Nervenfasern hätten. Gar merkwürdig erscheint nur der Facialiskern (Fig. 3). Man sieht darin kaum noch vier oder fünf Ganglienzellen, statt derer 224, wie der entsprechende Querschnitt des normalen Facialiskernes (Fig. 1) zeigt. Diese erhaltenen Zellen dürften kaum dem Facialis angehören. Der Umfang des atrophischen Kernes ist, wenn auch nur wenig, so doch deutlich reduziert. Er ist aber ganz gesprengt mit kleinen Zellen, welche meistens den Charakter von Spinnenzellen haben. Betrachtet man indessen dieselben bei starker Vergrösserung, so erkennt man in einer grossen Zahl davon unzweifelhafte, aber mächtig geschrumpfte Ganglienzellen (Fig. 9), während andere den Gliazellen ähnlicher aussehen (Fig. 10). Viele derselben können nur die geschrumpften Facialiszellen sein. Dadurch wird eine schon von vielen geäusserte, und von mir beim Zupfen und Schneiden des Gehirns der „Paralytiker" immer wieder gehegte Ueberzeugung wiederum bestätigt, dass viele der Spinnenzellen der grauen Substanz aus geschrumpften Ganglienzellen stammen, was ihr Zusammenhang mit den Gefässwandungen auch erklärt. Im geschrumpften Facialiskern finden wir überdies eine gewisse Vermehrung (oder schärfere Tinction) kleiner runder Zellen.

Somit kann *auch beim erwachsenen Tiere*, entgegen der Ansicht Wallers und der allgemeinen Annahme, eine zentripetale Schrumpfung des motorischen Nerven und seiner Ursprungszellen, und zwar schon nach relativ kurzer, Zeit stattfinden. Es genügt dafür, ihn, ähnlich dem v. Guddenschen Verfahren beim Neugeborenen, an seinem Austritt aus dem Zentralnervensystem zu trennen.[1]) Der einzige Unterschied von dem Erfolg beim Neugeborenen ist der viel langsamere Zerfall und vor allem die viel langsamere Resorption der Substanz der toten Elemente. Beim Neugeborenen sind, wie v. Gudden es nachgewiesen hat, nach wenigen Wochen (schon nach drei Wochen

---

[1]) Ein mir unbegreiflicher, von v. Gudden bereits erwähnter Einwand wird mir immer wieder von ernsten Männern gegen dieses Verfahren gemacht. Man meint nämlich, beim Ausziehen der Nerven könnte seine Wurzel mit herausgerissen werden. Dieser Gedanke ist beim Facialis geradezu komisch; es würden da etwa noch die Ganglienzellen wie Beeren der Wurzel in ihrem langen gewundene Verlauf nachfolgen. Es würde aber noch der ganze in dem Plexus eingeschlossenen Teil der Formatio reticularis mitreissen müssen! Es sollte doch jeder, der einmal eine Hirnsektion beim Menschen oder beim Tier gemacht hat, wissen, dass ein gezerrter Hirnnerv, welcher es auch sei, *stets* an seiner Eintrittsstelle ins Gehirn reisst, weil da die Schwannschen Scheiden aufhören. Die Rissstelle ist meist etwas, doch sehr unbedeutend gezackt. Von einem Herausziehenkönnen irgend eines Teiles des Verlaufes der Wurzel im Zentralorgan ist nie die Rede.

beim Kaninchen) keine Spur mehr von den Fasern und nur wenige kleine Spinnenzellen an Stelle der Ganglienzellen zu finden. Ich bin nun fest überzeugt, dass der Tod und der Zerfall der Ganglienzellen und ihrer Fasern auf der ganzen Linie zugleich und zwar sehr bald nach der Operation erfolgt. Ueberall scheinen die Zerfallsprodukte gleich alt, nie und nirgend sieht man Zeichen dafür, dass der Prozess an einer Stelle angefangen und an einer anderen geendigt hätte. Diese hochwichtige Tatsache spricht auch ganz gegen die Annahme langsamer Entzündungsprozesse.

Betrachten wir nun unser zweites Tier. Bei demselben sind die Veränderungen auffällig genug und beweisen sofort, dass Erlitzkys Befunde einer Revision bedürfen. Die Wurzel des durchschnittenen Facialis hat, wie aus dem Querschnitt des Knies (Fig. 4) hervorgeht, vielleicht nur ein Drittel des Umfanges der normalen Wurzel. Wir finden hier nur geringe Spuren von Zerfallsprodukten. Doch finden wir im Querschnitt des Knies einige pathologische Zellen, ähnlich denjenigen des anderen Meerschweinchens. Aeusserst interessant ist die Betrachtung des geschrumpften Querschnittes des Knies bei starker Vergrösserung. Vergleicht man dabei auch möglichst homologe Stellen des normalen und des geschrumpften Querschnittes (Fig. 11 und 12), so überzeugt man sich bald, dass im letzteren eine grosse Zahl Nervenfasern sich bedeutend verkleinert hat. Denn in demselben Areal (Fig. 11), wo der normale Querschnitt fast nur dicke Fasern aufweist, finden wir im geschrumpften Querschnitt (Fig. 12) solche nur zerstreut und dazwischen viele sehr kleine, sowie mehr Gliagewebe. Es scheinen dabei das Mark und der Axenzylinder, soweit ich sehen kann, beide ziemlich gleichmässig geschrumpft zu sein. Somit dürfen wir annehmen, dass eine Anzahl Fasern ganz abgestorben (besonders im dorsalen Areal des geschrumpften Knies), während andere stark verkleinert und wieder andere ziemlich normal dick geblieben sind. Am interessantesten ist aber die Betrachtung des Kernes (Fig. 2). Hier finden wir keine Zerfallsprodukte, keine ausgeprägte Spinnenzellen wie in Fig. 3. Dagegen, und während der Umfang des ganzen Kernes nicht wahrnehmbar abgenommen hat, finden wir denselben auffällig leer. Die Ganglienzellen scheinen zuerst viel seltener als auf der normalen Seite. Schaut man aber genauer zu, so sieht man, dass ihre Zahl zwar vermindert ist, dass sie aber vor allem kleiner, magerer, durchsichtiger geworden sind. Sie sehen wie marantisch aus, wenn man so sagen darf. Statt 224 finde ich höchstens 130 als solche erkennbare Ganglienzellen auf dem einen Querschnitt. Aber kaum einige davon erreichen die Grösse und vor allem die Fülle derjenigen des normalen Kernes. Am besten wird der Unterschied klar bei starker Vergrösserung. Man vergleiche die Fig. 7.

8 und 9, welche alle bei derselben Vergrösserung und mit sorgfältiger Berücksichtigung der relativen Grösse von mir angefertigt wurden. Fig. 7 stellt eine ziemlich grosse normale Facialiszelle dar. Fig. 8 ist eine Zelle der zweitgrössten Facialiszellenkategorie der Fig. 2 und dürfte wohl im gesunden Zustand sowie diejenige von Fig. 7 gewesen sein. Es fällt am Präparat selbst vor allem ihre Blässe und die relativ zu starke Grösse des Kernes auf. Das Protoplasma sieht wie ausgesogen aus. Fig. 9 endlich haben wir schon besprochen. Es dürfte dieselbe einer ganz gleichen Facialiszelle wie 7 und 8, vierundeinhalb Monat nach Ausreissung des Nerven, entsprechen. Somit muss ich die Angaben Hayems (l. c.) und vieler anderen bestätigen.

Bedenken wir nun, dass unser Meerschweinchen mit bloss durchschnittenem Facialis fast doppelt so lang gelebt hat, als das andere, so dürfen wir wohl mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit zu den folgenden Schlüssen gelangen. Zunächst sind eine Anzahl Fasern ziemlich normal geblieben. Vergleichen wir Fig. 4 und Fig. 12, so dürfen wir wohl sagen, dass es wenig genug sind, denn dieser Querschnitt (Fig. 4) enthält ja sämtliche Facialisfasern. Diese Fasern dürften den grössten normalsten Zellen des Kernes entsprechen. Zwar gibt es nur sehr wenige solche Zellen in Fig. 2; da der Facialiskern aber auf nahezu 20 Schnitten erscheint, dürfte die Zahl der grösseren Zellen ziemlich der Zahl der normalen Fasern entsprechen. Dabei darf man nicht vergessen, dass die Durchschneidung des Nervus facialis auch nahe am Foramen stylomastoideum nicht alle Fasern des Nerven trifft, jedenfalls nicht diejenigen, die schon im Canalis Falloppiae abgehen. Es sei aber dem wie es wolle; eins bleibt sicher: die weitaus grösste Zahl der Zellen ist krankhaft geschrumpft, ohne deshalb völlig abgestorben zu erscheinen. Letzteres entspricht auch ganz schön der unverkennbaren Verkleinerung der meisten Fasern der Wurzel. Andere Elemente scheinen allerdings (sowohl als Faser wie als Zelle) ganz geschwunden zu sein und dabei, allerdings nach längerer Zeit, weniger Residuen hinterlassen zu haben als nach der Ausreissung. Der Unterschied zwischen der Zelle der Fig. 8 und derjenigen der Fig. 9 scheint mir demnach ein mehr qualitativer als quantitativer zu sein. Das Bild der Fig. 9 ist die Folge eines raschen Absterbens der Elemente; die Fig. 8 dagegen stellt einen langsamen Marasmus derselben dar.

Diese Prozesse lassen sich alle, wie mir scheint, ungezwungen erklären, wenn wir die Nervenfaser als das, was sie ist, als Fortsatz der Ganglienzelle betrachten. Schneidet man einem niederen Organismus ein Stückchen ab, so wächst es wieder nach. Es regenerieren sich ja sogar die Finger der Tritonen und der Schwanz der Eidechse. Doch wenn das nachgewachsene regenerierte Stück nicht mehr funktionieren

kann, schrumpft es allmählich, und so geht es wohl mit der Regeneration der motorischen Nerven. Wenn eine Faser durch Dislokation (wie in unserem Fall) daran verhindert wird, den Muskel wieder zu erreichen, oder wenn der Muskel auch entfernt ist, dann hat das ganze Element, die ganze Nervenzelle ihre Funktion eingebüsst, und sie geht allmählich zu grunde, wie der Muskel selbst, wenn auch nur sehr langsam. Wenn aber einem niederen Organismus ein gar zu grosses Leibesstück abgetrennt wird, so stirbt der ganze Organismus, sowie das abgeschnittene Stück. Dieses letztere scheint mir ziemlich dem Prozess zu gleichen, der sich in dem Kern, in der Wurzel und im peripheren Stück des ausgerissenen Nerven abspielt. Geschehen diese Eingriffe beim neugeborenen Tier, so resorbieren sich die Produkte des Todes durch das äusserst rege umgebende Leben sehr schnell und sehr vollständig. Das ist wohl der einzige prinzipielle Unterschied. Wird endlich eine Faser nahe an ihrem peripheren Ende durchschnitten, so bildet das abgetrennte Stück nur einen kleinen Bestandteil des Elementes, das, trotz Ausfall der Funktion, viel eher am Leben erhalten bleiben kann.

Auf ähnliche Weise werden sich nach meiner Ueberzeugung scheinbar noch bestehende Widersprüche aufklären. Zum Beispiel versteht man noch nicht, warum gewisse Fasersysteme immer nur aufwärts oder immer nur abwärts sekundär degenerieren. Man hat dafür allerlei trophische Theorien aufgestellt. Ich vermute, dass ganz einfach die Ursprungszelle der degenerierenden Faser auf derjenigen Seite sich befindet, die *nicht* degeneriert, und zwar vielleicht weit entfernt von der durchtrennten Stelle, so dass sie noch am Leben bleiben kann. Am besten ist aber eine solche Erhaltung des Lebens dann erklärlich, wenn die durchschnittene Faser nicht die nahezu ganze Masse der Fibrillen des Nervenfortsatzes enthält, sondern wenn ein grosser Teil dieser Verzweigungen noch andere Bestimmungen haben, welche die Zelle ganz oder teilweise am Leben zu erhalten vermögen. Es scheinen hier auch Unterschiede vorzukommen, je nachdem man den Eingriff beim Neugeborenen oder beim Erwachsenen vornimmt. Beim ersteren wird durch die rasche Resorption eine rasche Atrophie ohne oder mit nur winzigen Residuen hervorgerufen, während beim Erwachsenen jene Residuen die sogenannte „sekundäre Degeneration“ bilden. Es scheint auch manchmal beim Neugeborenen die Zellenseite der Faser mit der Zelle selbst zu atrophieren, da, wo es beim Erwachsenen nicht geschieht. Ich bin aber in dieser Hinsicht sehr misstrauisch geworden und halte vergleichende Experimente für dringend nötig. Ich vermute, dass in denjenigen Fällen, wo dieser Untergang des Elementes beim Neugeborenen stattfindet, er meistens auch, wie im obigen Versuch, beim Erwachsenen vorkommt. Und ich glaube jetzt, dass

dieser Untergang der Zelle auch beim Neugeborenen nicht immer stattfindet. Wenigstens konnte v. Monakow (Dieses Archiv, Band XIV, Heft 1) nach der Hemisektion des Rückenmarks des neugeborenen Kaninchens keine aufsteigende Atrophie der Pyramide finden. Da im Zentralnervensystem keine Schwannsche Scheiden vorkommen, fällt hier die Hypothese einer erhaltenden oder ernährenden Eigenschaft derselben weg. Es bleibt somit nur unsere eben ausgesprochene Annahme denkbar.

Es degeneriert bekanntlich die Pyramidenbahn nur abwärts. Offenbar stammt sie somit aus Ganglienzellen I. Kategorie der Hirnrinde, wie es auch aus Experimenten v. Guddens (Allgemeine Zeitschrift für Psychiatrie, Band XLII, 1886) und v. Monakows (Dieses Archiv, XIV, Seite 713) hervorzugehen scheint.[1]) Aber die Ganglienzellen I. Kategorie Golgis sind offenbar nicht alle gleichwertig. Es gibt solche, deren Nervenfortsatz sicher fast alles enthält (Zellen der motorischen Nervenkerne). Es gibt aber andere, welche daneben vielmehr Fibrillenverzweigungen haben — so die Purkinjeschen Zellen und die Pyramidenzellen der Grosshirnrinde (man vergleiche Golgis Abbildungen), und auch sind z. B. die einzelnen Purkinjeschen Zellen darin untereinander nicht gleich.

Wenn man den Bindearm exzidiert, erfolgt, wie Herr Laufer und ich (Tageblatt der deutschen Naturforscherversammlung 1881) gezeigt haben, eine partielle Atrophie des gekreuzten Roten Kernes der Haube. — Hier nun sieht man wieder verkleinerte Ganglienzellen, was auf nur partieller Abhängigkeit derselben von der Faser beruhen dürfte, denn die Zellen sind nicht blässer gefärbt, sondern nur kleiner. Es wäre noch sehr notwendig, auch in dieser Hinsicht die Stärke der Pyramide und ihrer Fasern lange Zeit nach der Durchtrennung der Pyramidenbahn im Rückenmark zu untersuchen.

Tatsache ist es, dass ganz zentrale Atrophien, welche v. Gudden durch Eingriffe beim neugeborenen Tier hervorrief, sich auch nach Zerstörungen, die beim Erwachsenen vorkommen, wenn auch schwächer, so doch unzweifelhaft bilden. So habe ich mich vor allem überzeugt, dass jeder grössere Herd der Grosshirnhemisphäre des Menschen, der längere Zeit bestanden hat, je nach der Stelle, die er einnimmt, eine bedeutende Atrophie dieser oder jener Abteilung des Thalamus opticus zur Folge hat, was mit v. Guddens und v. Mona-

---

[1]) Nach v. Gudden und v. Monakow atrophieren die grossen Pyramidenzellen der motorischen Zone, wenn man die innere Kapsel zerstört. Wenn wirklich die Zerstörung der Pyramidenbahn in der inneren Kapsel daran schuld wäre, was noch nicht bewiesen ist, so hätten wir den Beweis, dass diese Bahn doch aufwärts atrophieren kann, wenn man sie näher an seinen Ursprungszellen zerstört.

kows Ergebnissen beim neugeborenen Tiere vollständig übereinstimmt.

Eine interessante Illustration zu meiner Vermutung liegt in dem Verhältnis des Kernes des Funiculus gracilis (sogenannten Gollschen Stranges) zu den Fasern, die zu ihm kommen. Spitzka[1]) und v. Monakow[2]) haben bekanntlich nachgewiesen, der erste durch einen Herd im menschlichen Pons, der zweite durch Exstirpation der Hemisphäre einer Katze, dass ein Teil des Fasersystems, das ich (Dieses Archiv, Band VII, 1877) als Hauptteil der Schleifenschicht bezeichnet habe, und das v. Monakow nun Rindenschleife nennt, zur Atrophie gebracht wird. Dieses hatte schon v. Gudden (Dieses Archiv, Band XI, Heft 2) vorher gefunden. Aber es fanden ausserdem die beiden anderen, unabhängig voneinander, dass diese Rindenschleife in den gekreuzten Kern des Funiculus gracilis (und zum Teil cuneatus) geht, dessen Ganglienzellen kolossal schrumpfen. v. Monakow vermutet nun, dass die Rindenschleife nicht direkt von der Hirnrinde zum Kern des Funiculus gracilis geht, sondern vorher durch einen Kern des Thalamus opticus, der natürlich auch atrophisch war, unterbrochen wird. Ich habe die festeste Ueberzeugung, dass er sich darin irrt. Er hat dieses auch nicht nachgewiesen, sondern nur als wahrscheinlich hingestellt. Durch einseitige Wegnahme der Kerne der Funiculi cuneatus und gracilis habe ich (siehe Vejas' Arbeit, Dieses Archiv, Band XVI, Heft 1) eine Atrophie der Rindenschleife im umgekehrten Sinne zu stande gebracht. Vor allem aber ist zu notieren, dass, obwohl alle Autoren die Fasern des Funiculus gracilis des Rückenmarks bis in seinen Kern verfolgen, niemand bis jetzt im stande war, die Zellen des Kernes von ihm aus zur Atrophie oder Degeneration zu bringen. Nun aber degeneriert der Funiculus gracilis (und auch ein Teil des cuneatus) bekanntlich nur aufwärts. Ich schliesse aus diesen Tatsachen, dass wahrscheinlich die Ursprungszellen des Funiculus gracilis abwärts im Rückenmark liegen, dass die Fasern desselben in seinem sogenannten Kern wahrscheinlich nur baumförmige Verzweigung haben, und endlich, dass die Zellen dieses sogenannten Kernes den Hauptast ihres Nervenfortsatzes durch die Rindenschleife in die Hirnrinde absenden. Immerhin muss ich bemerken, dass auch Spitzka (l. c.) die Rindenschleife abwärts (wohl aber auch aufwärts) degeneriert, während der Funiculus gracilis nur aufwärts zu grunde geht. Ueber die Zellen sind die Angaben Spitzkas unsicher *(several counts revealed*

---

[1]) E. Spitzka, A Contribution to the morbid anatomy of Pons lesions: American journal of Neurology and Psychiatry. November 1883.

[2]) v. Monakow, Correspondenzblatt für schweizer. Aerzte, 1884.

a diminution in the number of ganglionic elements of the nucleus, but no active signs of degeneration were discoverable. Dagegen fand v. Monakow bei der Katze eine bedeutende Atrophie der Zellen. Herr Dr. v. Monakow hatte die Freundlichkeit, mir diese schönen Präparate zu zeigen, in welchen wenigstens neben der mächtigen Atrophie der Schleifenfaserung die dorsale Hälfte des Kernes des zarten Stranges einfach vollständig zu fehlen scheint. v. Monakow gibt ferner an, der linke zarte Strang im Rückenmark erscheine auch etwas schmäler als der rechte (Neurologisches Zentralblatt 1885, Seite 265). Ich konnte mich an seinen Präparaten nicht vollständig sicher davon überzeugen, ob diese scheinbare leichte Reduktion nicht vielleicht nur auf Verschiebungsvorgängen beruht. Jedenfalls ist die Qualität der Nervenfasern beiderseits völlig gleich. Sollten wirklich einige Fasern zu grunde gegangen sein, so muss ich mir diese indirekte Atrophie auf die oben für den Opticus angedeutete Weise erklären. Ich muss hier bemerken, dass ein weiterer Befund v. Monakows, nach welchem bei einer Katze und einem Kaninchen angeblich infolge der Atrophie der Pyramide eine Atrophie der Zellen des gekreuzten Processus reticularis im Rückenmark eintrat, auf Zufall beruhen muss, indem bei anderen Tieren mit völliger Atrophie der Pyramide, beide Processus reticulares intakt geblieben sind. Ich muss dieses betonen, da wir sonst hier einen völlig abweichenden Fall vor uns hätten, wo eine Faserbahn beiderseits in Zellen endigen würde, und wo die einen der durch Atrophie erwiesenen Ursprungszellen auf der nachgewiesenermassen gewöhnlich degenerierenden Seite der Fasern stehen würden, was mit unserer Vermutung in Widerspruch stehen würde.

Nachdem nachgewiesen ist, dass die Durchschneidung der fertigen Markfaser die genannten Folgen für ihre Ursprungszelle gewöhnlich hat, ist die Frage, ob es sich bei Guddenschen Experimenten nicht da und dort, wie v. Gudden selbst (v. Gräfes Archiv für Opthalmologie, XXV, 1, Seite 29) es angedeutet hat, um eine Entwicklungshemmung handelt, von untergeordneter Bedeutung. Wenn ein noch embryonal graues Fasersystem unterbrochen oder sein Zentrum exstirpiert wird, so werden einfach die besprochenen Atrophien *erst recht*, und unter Hinterlassung noch weniger Residuen, eintreten. v. Gudden hat es bereits für den Opticus nachgewiesen, ohne es zu betonen. Er hat selbst (l. c.) angegeben, dass der Kaninchenopticus am dritten Tage nach der Geburt noch grau ist. Kurz darauf wird er aber markweiss und bei der Katze ist er schon bei der Geburt weiss. Trotz dieser Unterschiede sind nun die Atrophieergebnisse sowohl nach der Enucleation eines Auges, als nach den Zerstörungen des Tractus opticus ganz die gleichen, ob man beim neugeborenen oder beim acht

Tage alten Kaninchen, beim Kaninchen überhaupt oder bei der Katze operiert.

Wichtiger scheint mir die Frage der Agenesie zu sein. Zwar kommt dieselbe bei Guddenschen Experimenten nicht zur Sprache, denn nach der Geburt ist im Nervensystem, abgesehen von den Markscheiden gewisser Fasersysteme des cerebrospinalen Systems und des Pigments gewisser Ganglienzellen, alles schon gebildet. Aber desto mehr muss diese Frage bei den oft so interessanten und lehrreichen Missbildungen, bei allen Folgen embryonaler Krankheiten gewürdigt werden. Kürzlich haben wir (Dieses Archiv: Wl. Onufrowicz; das mikrocephale Gehirn, Hofmann) den typischen Balkenmangel als Agenesie betrachtet, weil da sonst keine Herde vorhanden sind, und weil die Bildung des Balkens im Gehirn bekanntlich so eigentümliche sekundäre Verwachsungen der Hirnblasenwandung zur Folge hat, dass das Fehlen von jeder Spur von Verwachsungen den oben erwähnten Schluss wohl berechtigt. Doch kommt es mir jetzt vor, es lasse sich die Sache vielleicht noch anders erklären. Nehmen wir z. B. an, dass im Moment, wo die Balkenfasern im Embryo aus Zellen der Hirnrinde zu wachsen beginnen (denn so muss die Sache jedenfalls vor sich gehen), irgend etwas, z. B. Ansammlung von Flüssigkeit zwischen den medialen Wandungen beider Hemisphärenblasen in der Tiefe der Scissura longitudinalis stattfindet, was die Verwachsung dieser beiden Wandungen verhindert. Die Balkenfasern werden wohl dann die mediale Wand je ihrer zugehörigen Hemisphäre erreichen. Doch wird ihr Wachstum dort unbedingt aufhören müssen, denn frei schwimmen können sie jedenfalls nicht. Die Folge wird nun sein, dass sie, als völlig unnütze Anhängsel, wieder zu grunde gehen respektive atrophieren müssen, genau so, wie wenn später der Balken in der Mitte der Länge nach durchschnitten wird. Die latenten embryonalen Potenzen haben bei dem regen Stoff- und Kraftwechsel des Fötus je zu ihrem einzelnen Werden eine genau einzuhaltende zeitliche Aufeinander- und räumliche Nebeneinanderfolge. Wird durch irgend einen Mangel, vor allem durch irgendwelche räumliche Beschränkung, die für irgend eine jener Potenzen bestimmte Zeitperiode verpasst respektive kann sie nicht benutzt werden, so ist es zu spät und geht nachher nicht mehr, indem andere Kräfte lähmend wirken. Somit liegt unser gewähltes Beispiel recht wohl im Bereich der Möglichkeit. Wir hätten es dann nicht mit einer eigentlichen Agenesie der Balkenelemente zu tun, sondern agenetisch wäre nur die sekundäre Verwachsung der Hemisphärenblasen. Die Balkenfasern hätten sich aus Ganglienzellen bis nahezu zur Hälfte ihrer Länge gebildet und wären dann (wohl mit diesen Zellen) sekundär atrophiert und degeneriert. Ueberlegen wir den Fall, so sehen wir, wie nahe verwandt die Atrophie mit der

Agenesie werden kann. Es kann im Gehirn des Embryos irgend eine kleine Störung, dadurch, dass sie ein Fasersystem im gegebenen Moment an seinem Wachstum hindert, dasselbe mitsamt seinen Ursprungselementen zur raschen Atrophie bringen, die dann später eine eigentliche Agenesie vortäuscht. Es dürften vielleicht die meisten sogenannten Hemmungsbildungen des Gehirns sich so erklären lassen, z. B. das Fehlen der Bulbi olfactorii, der Corpora mammillaria etc. etc.

Ich möchte ferner noch allerlei partielle sekundäre Degenerationen erwähnen, die im Verlauf von verschiedenen Hirnkrankheiten vorkommen und welche man vielfach mit Unrecht, wie Ziegler (l. c.) ganz zutreffend bemerkt, für primäre Erkrankungen gehalten hat. Wir müssen stets im Auge behalten, dass jede, wenn auch noch so kleine Zerstörung des Zentralnervensystems sekundäre Degenerationen respektive Atrophien zur Folge haben muss. Nur beobachten wir dieselben nicht, wenn sie kein kompaktes Fasersystem treffen. Es kann aber auch die chronische diffuse Encephalomeningitis, die Dementia paralytica, wenn sie gar zu viele einzelne Elemente zerstört hat, deutlich gezeichnete, wenn auch nicht vollständige Systemdegenerationen, ohne Herd zu bilden, bloss durch die diffuse Zerstörung des Grosshirns, zu stande bringen. Im Correspondenzblatt für schweizer. Aerzte, Jahrgang XIV, 1884, habe ich eines „Paralytikers“ erwähnt, der nach vierjähriger Dauer der Krankheit starb, nachdem schon ein Jahr zuvor, nach epileptiformen Anfällen, eine rechtsseitige Hemiplegie sich gebildet hatte, welcher Kontraktur des Armes und Aphasie gefolgt waren. Bei der Sektion fand sich, wie auch diagnostiziert war, kein Herd, sondern eine viel stärkere „paralytische“ Atrophie der linken Grosshirnhemisphäre, welche 320 Gramm wog, während das Gewicht der rechten Hemisphäre noch 412 Gramm betrug. Fig. 15 stellt den Querschnitt des Halsmarkes dieses Falles dar. Beide Pyramidenbahnen im Seiten- wie im Vorderstrang sind partiell degeneriert. Diejenige aber, welche der linken Hemisphäre entspricht, ist sehr stark degeneriert, die andere dagegen nur sehr schwach. Es handelt sich zweifellos um eine sekundäre Degeneration infolge der in der Grosshirnhemisphäre massenhaft zerstörten Elemente.

Die Tatsache der Regeneration und der Neubildung sensibler Nerven ist noch schwer zu erklären. Man könnte sich denken, dass solche vielleicht vom Epithel aus wachsend die Bahn irgend eines anderen sensiblen Nerven treffen, und längs desselben das Rückenmark erreichen. Doch ist das nur eine Möglichkeit, und es sind mir die betreffenden Verhältnisse sowie die betreffende Literatur zu wenig bekannt.

Noch ein Wort über die „indirekten Atrophien“, das heisst Atrophien über einen grauen Kern hinaus. Wir sprachen von drei Möglich-

keiten zur Erklärung des einen Falles, der Atrophie des Tractus opticus nach Rindenzerstörung. v. Monakow (Dieses Archiv, Band XII) scheint das Vorkommen solcher indirekten Atrophien über ein Zentrum hinaus für sehr allgemein zu halten. v. Gudden dagegen (Allgemeine Zeitschrift für Psychiatrie 1886) stellt dieselben in Abrede, führt sie auf komplizierende Entzündungen oder auf Druckerscheinungen oder auf Täuschung durch Verschiebungen zurück. Er mahnt zur Vorsicht, zur genauen Nachprüfung der Experimente, und hat darin vollkommen recht, denn nichts kann den Ergebnissen seiner eigenen Methode so sehr schaden, als übereilte Behauptungen, welche auf solchen Missgriffen beruhen. Und da diese Fragen sehr verwickelt sind, sind Missgriffe sehr leicht. Vor allem werden leichte Atrophien, wie v. Gudden schon in seinen ältesten Arbeiten (Dieses Archiv, Band II) gezeigt hat, ungemein leicht mit Verschiebungen verwechselt. Man sollte solche Atrophien, die nicht *mindestens* 1/3 oder 1/4 der Masse eines grauen Kernes oder einer Fasermasse ausmachen, oder nicht eine bestimmte Zellenschicht befallen, nur mit dem grössten Misstrauen betrachten. Jedenfalls sollte das Experiment sehr oft wiederholt und die Constanz der Atrophie ganz sicher gestellt werden, bevor man sie verwertet.

Dieses bringt mich auf eine Arbeit Baginskys[1]) zu sprechen, welche kürzlich erschienen ist. Baginsky bestätigt darin, was die auffälligen Atrophien betrifft, nach Entfernung des Nervus acusticus, d. h. seiner hinteren Wurzel, dasselbe, was wir[2]) bereits gefunden haben. Doch will er noch eine jedenfalls indirekte Atrophie der gekreuzten lateralen Schleife, des gekreuzten hinteren Vierhügels, des gekreuzten Corpus geniculatum internum, des gleichseitigen Corpus trapezoïdes und der gleichseitigen oberen Olive gefunden haben. Des guten gewiss genug. Untersuchen wir nun die Sache etwas genauer.

Zunächst gestehe ich, dass es mir bezüglich des Corpus trapezoïdes auch schien, dass sein lateraler Teil auf der operierten Seite etwas kleiner wäre. Doch glaubte ich dieser Beobachtung keinen Wert beilegen zu dürfen, weil ich weder in der oberen Olive, noch in dem medialen Teil des Corpus trapezoïdes eine deutliche Atrophie finden konnte. Ich dachte, die lateralen Fasern des Corpus trapezoïdes müssten auf irgend eine Weise verschoben worden sein. Nun habe ich unsere Präparate nochmals gründlich revidiert, dieselbe scheinbare Atrophie des lateralen Teiles des Corpus trapezoïdes (aber nicht des medialen, wie Baginsky Fig. 4 zeichnet) gefunden und bin allerdings

---

[1]) Virchows Archiv, Band 105, Seite 28, 1886.

[2]) Forel und Onufrowicz, Neurologisches Zentralblatt Nr. 5 und 9, 1886. Br. Onufrowicz, Dieses Archiv, Band XVI, Heft 3.

durch den gleichen Befund Baginskys stutzig, wenn auch nicht überzeugt worden. Ich muss hinzufügen, dass, was Baginsky zu wenig zu würdigen scheint, unsere Exstirpation der hinteren Wurzel so gut wie vollständig war, wie es aus den Figuren (Band XVI, Taf. VIII, Fig. 3 und Taf. IX, Fig. 7) deutlich hervorgeht. Somit müssen die Ergebnisse übereinstimmen. Aber was den hinteren Vierhügel, das Corpus geniculatum internum, die laterale Schleife und die obere Olive betrifft, so muss ich sagen, dass ich die Beurteilung Baginskys sehr sanguinisch finde. Diese Atrophien kann ich nicht sehen; ich finde nur Verschiebungen. Und wenn auch die obere Olive den Anschein hat, da und dort auf der atrophischen Seite etwas schwächer, ihre Zellen etwas gedrängter zu sein, so gleicht es sich später zum Teil wieder aus. Baginsky wird durch seine Angabe, sie erscheine auf 39 Schnitten auf der normalen und auf 34 Schnitten auf der operierten Seite, kaum jemand überzeugt haben, der mit der schwierigen Beurteilung solcher Verhältnisse vertraut ist. Solchen Atrophien von $^1/_8$ traue ich grundsätzlich nicht. Allerdings hat Baginsky mit Weigertscher Methode operiert und damit die Fasern besser, dafür aber die Zellen schlechter sehen können. Ich kann daher nur sagen, dass an unseren Karmin- und Nigrosinschnitten eine Atrophie der lateralen Schleife, wie er sie in seiner Fig. 5 darstellt, nicht nachzuweisen ist, obwohl ich die laterale Schleife in unseren Präparaten recht gut sehe. Es stehen diese Angaben Baginskys ferner in einem schwer lösbaren Widerspruch zu einem Befund v. Monakows (Neurologisches Zentralblatt 1885, Seite 267), welcher nach Durchschneidung der unteren Schleife eine erhebliche Atrophie des frontalen und ventralen Abschnitts der oberen Olive *derselben Seite* fand. Nach Baginsky soll nun die Atrophie der oberen Olive auf der der Atrophie der lateralen Schleife entgegengesetzten Seite (also auf der Seite der Acusticus-Operation) sich befinden. Und in seiner jüngsten Arbeit (Vortrag der Schweizer naturforschenden Gesellschaft zu Genf am 10. August 1886) findet v. Monakow nach Durchschneidung der unteren (lateralen) Schleife eine Atrophie der Striae acusticae und der grossen Ganglienzellen des Tuberculum acusticum der entgegengesetzten Seite, ein Befund, der mit dem unserigen nicht im Widerspruch steht, obwohl der Zusammenhang mir noch nicht völlig klar ist. Dass dabei andere Elemente atrophieren, als bei der peripheren Acusticusexstirpation, stimmt mit unserer oben ausgeführten Vermutung überein.

Wenig glücklich sind aber andere Behauptungen Baginskys. Er findet eine Homologie zwischen den Verbindungen des Opticus und des Acusticus, da beide ihre Wurzeln in ein Vierhügelpaar und in ein

Corpus geniculatum schicken. Er übersieht aber dabei, wie es scheint, vollständig, dass diese Endigungen der Wurzeln beim Opticus primäre sind, d. h., dass die Fasern des Tractus opticus selbst in den vorderen Vierhügel und in das Corpus geniculatum externum endigen. Wie steht es aber mit der von Baginsky angenommenen Homologie des hinteren Vierhügels mit dem vorderen, wenn man überlegt, dass die Acusticusfasern zuerst doch in dem vorderen Kern (den wir als Ganglion acusticum betrachteten) und in dem Tuberculum acusticum (das er auch atrophisch findet) endigen. Da ist doch ein unerklärlicher „embarras de richesses".

Nicht wahrscheinlich sind ferner die von Baginsky angenommenen Beziehungen des Acusticus zur oberen Olive, wenn wir berücksichtigen, dass dieses Gebilde beim Menschen, der doch ein so stark entwickeltes Gehörorgan und einen so starken Nervus acusticus besitzt, äusserst rudimentär entwickelt ist. Und wie steht es weiter mit den Beziehungen des Acusticus zum Ganglion des unteren Vierhügels, wenn wir überlegen, dass die sehr gut hörenden Vögel es gar nicht besitzen und, dass es bei den vorzüglich hörenden Didelphen (Känguruh etc.) sehr klein ist, nicht davon zu sprechen, dass seine Struktur total verschieden von derjenigen des vorderen Hügels ist, welche letztere dafür derjenigen des Tuberculum acusticum sehr ähnlich ist.

Herr Dr. Baginsky glaubt ferner, die Vermutung Onufrowiczs', es sei die Kopfverdrehung unseres ersten Kaninchens Folge der partiellen Lädierung des Nerven der Bogengänge gewesen, widerlegt zu haben. Wie denn? Er hat ja den Nervus vestibuli nicht zur Atrophie bringen können. Erst wenn ihm das gelungen sein wird, ohne Drehbewegungen hervorgerufen zu haben, dann werden wir uns ergeben. Dafür glaubt er eine Verletzung des *Facialis* mit gefolgter Atrophie mit solchen Bewegungen, die er beobachtete, in Beziehung bringen zu können, während schon v. Gudden und ich wiederholt den *Nervus facialis* beim Kaninchen durchschnitten und ausgerissen haben, ohne je die Spur einer Taumelbewegung oder irgend einer abnormen Bewegung, ausser der Facialislähmung, beobachtet zu haben. Auch die in gegenwärtiger Arbeit beschriebenen erwachsenen Meerschweinchen mit Facialisoperationen zeigten nie die Spur von solchen Bewegungen.

Was aber die Beziehungen der Taumelbewegungen zum Gehirn betrifft, so wiederhole ich, dass man die ganze Kleinhirnhemisphäre und die Rinde eines Teiles des Wurmes exstirpieren, den Pons, den Bindearm, den Brückenarm, das Corpus restiforme und die Pyramide zur Atrophie bringen kann, wie schon v. Gudden und Schiff

gezeigt haben, ohne Spur von Bogengangbewegungen hervorzurufen, während bekanntlich Tauben mit den kleinsten Verletzungen der Bogengänge, ohne Spur von Hirnverletzung, die Taumelbewegungen ihr Leben lang fortsetzen. Man muss zuerst noch beweisen, dass die betreffenden Hirnverletzungen, die Baginsky erwähnt, den intracerebralen Verlauf der vorderen Acusticuswurzel nicht treffen. Und im übrigen hatten wir eine Vermutung ausgesprochen, die ich so lange nicht für widerlegt halte, als kein Gegenexperiment besteht. Baginsky stützt sich zwar auf seine früheren physiologischen Experimente, um zu behaupten, dass die Bogengänge mit den Taumelbewegungen nichts zu tun hätten. Doch haben diese Experimente u. a. von seiten Högyes starken Widerspruch gefunden. So lange daher die völlige Atrophie des Nervus vestibuli Herrn Dr. Baginsky nicht mehr gelungen sein wird als mir, werde ich eher den Widersprechern Glauben schenken.

Zur Erhärtung der obigen Ansichten, speziell der schon von Mayser (l. c., Seite 53 und 55), dann von Bellonci (l. c.) und von mir (Correspondenzblatt für schweizer. Aerzte, XII, 1882) behaupteten Tatsache, dass die sensiblen Wurzeln in dem Fasernetz des Hinterhorns sich auflösen, ohne in bestimmte Zellen überzugehen, erlaube ich mir, in den Fig. 16—19 Schnitte durch das Gehirn des in der eben zitierten Arbeit besprochenen und damals (1881) lebend demonstrierten Kaninchens darzustellen, dem ich nach der Geburt nach Magendies Verfahren intracraniell den *Nervus trigeminus* zerstört hatte.[1]) Die Atrophie der motorischen Wurzel war leider unbedeutend. Diejenige der sensiblen (aufsteigenden) oder Hauptwurzel des Trigeminus, nach deren Zerstörung in der Oblongata schon Magendie auch bedeutende Sensibilitätsstörungen gefunden hatte, war aber sehr bedeutend, wenn

[1]) Es zeigte die Sektion, dass sowohl bei diesem, wie auch bei anderen ähnlich operierten Kaninchen, der *Nervus crotaphitico buccinatorius* nur partiell zerstört worden oder zerstört und dann zum Teil nachgewachsen war. Seine Wurzel war nur partiell atrophisch und entsprechend fand sich nur eine sehr partielle Atrophie des Kernes. Ebenso atrophisch als der dorsal und medial vom Austritt des Nerven befindliche Kern zeigten sich der Kern der absteigenden Wurzel und die letztere selbst, was mich immer mehr bestimmt, diesen Kern als einen Teil des Kernes des Crotaphitico-buccinatorius zu betrachten.

Bei allen diesen Kaninchen konnte ich den von Valentin (De functionibus nervorum, 1839) erwähnten Zug des Unterkiefers nach der normalen Seite beobachten. Die Folge dieses Zuges war, dass die Nagezähne des Unterkiefers diejenigen des Oberkiefers nicht mehr trafen, und dass infolge des Ausbleibens der gegenseitigen Abwetzung, alle vier Nagezähne einen Babirussa ähnlichen Riesenwuchs erfuhren, wobei die oberen sich halb umrollten. Aber auch die ebenfalls sich nicht mehr treffenden *Backzähne* wuchsen beträchtlich in die Länge und kreuzten sich, so dass die armen Tiere schliesslich kaum mehr im stande waren, zu essen. Diese Störung tritt nie ein, wenn die sensible (aufsteigende)

auch nicht ganz vollständig.[1]) Bekanntlich entspringt diese Wurzel nach und nach aus einer langen Säule von Substantia gelatinosa, welche sich direkt an diejenige des sensiblen Nervus cervicalis primus im oberen Teil des Halsmarkes anschliesst und von da an bis zum Austritt des Nervus trigeminus aus dem Gehirn sich ununterbrochen fortsetzt. Die Wurzelfasern sammeln sich bald halbmond-, bald hufeisenförmig um die Substantia gelatinosa und wachsen stetig an Zahl vom Halsmark bis zum Austritt des Nerven. Die Wurzelbündelchen treten bald direkt auf derselben Querebene von der Substantia gelatinosa in die Masse der Wurzel, bald verlaufen sie eine Zeitlang longitudinal, der Wurzel parallel, um allmählich in dieselbe einzutreten (Fig. 16, Wurzelbündel).

Am klarsten übersieht man die Atrophie an einer Stelle, wo die Wurzel nahezu ihre grösste Mächtigkeit erreicht hat, und wo sie zugleich durch andere scharf gezeichnete Gebilde zusammen mit ihren Ursprungsmassen wie eingerahmt wird, nämlich an der Stelle des Austritts des Nervus acusticus und des Nervus facialis, wo sie von den Wurzeln dieser beiden Nerven und vom Corpus trapezoïdes, welche Gebilde alle im Querschnitt längsgeschnitten erscheinen, begrenzt wird (Fig. 16 und 17). In Fig. 17, Trig. W., sehen wir den noch vorhandenen kleinen Rest der Wurzel auf der atrophischen Seite, während Fig. 16 die normal gebliebene Seite desselben Schnittes darstellt. Wir bemerken zugleich sofort, dass nicht nur die Substantia gelatinosa (Gel. I., Gel. II.), sondern auch ein dorsal-medial von derselben gelegenes Dreieck (x) der Formatio reticularis in seinem Volumen reduziert ist. Die Reduktion beider

---

Wurzel des Trigeminus allein lädiert ist. Dagegen tritt nach jeder totalen Durchschneidung der sensiblen Wurzel die bekannte Keratitis auf, welche schon von Magendie beschrieben wurde, welche man lange Zeit für die Folge von der Zerstörung trophischer Nerven hielt, deren traumatische (mykotische) Natur aber durch v. Gudden (Kondrackische Dissertation, Zürich 1872: Ueber die Durchschneidung des Nervus trigeminus bei Kaninchen) nachgewiesen wurde, indem ihre Entstehung durch prophylaktische Anlegung eines künstlichen Ankyloblepharon verhindert wird. Aber auch nach Zerstörung des Opticus mit den Ciliarnerven tritt diese Keratitis nicht ein, wenn die Rami palpebrales des ersten Astes des Trigeminus, welche zu den Wimpern gehen, erhalten sind (v. Gudden, Dieses Archiv, Band XVI, Heft 2, und Zeitschrift für Psychiatrie, Band XLI, Heft 5).

[1]) Seguin (Guddens Atrophy method: Archives of Medicine, Vol. X, Nr. 3, Seite 11 und 12, 1883) erwähnt mit spezieller Erlaubnis v. Guddens Originalbefunde des letzteren über den Trigeminus. 1. Eine intracranielle Exstirpation der aufsteigenden Wurzel, mit Atrophie derselben und ihres Kernes; 2. Schnitte durch die Oblongata eines Kalbes, das eine Agenesie der aufsteigenden, der motorischen und des grössten Teiles der absteigenden Quintuswurzeln und Kerne zeigt. v. Gudden anerkenne nur diese drei Wurzeln, von welchen er zwei für sensibel halte. (Im ersteren Punkte stimme ich v. Gudden bei, im zweiten nicht). Weitere Details fehlen.

Gebilde ist zwar lange nicht so bedeutend, wie diejenige der Wurzel, doch deutlich genug, wenn wir hinzufügen, dass sie in gleicher Weise auf der ganzen mächtigen Länge des Kernes sichtbar ist. Die Substantia gelatinosa erscheint in dieser Gegend in eine mediale (Gel. I) und in eine laterale Hälfte (Gel. II) eingeteilt. Letztere enthält mehr Wurzelbündelchen aus derselben Querebene, erstere mehr longitudinale. Beide sind gleichmässig atrophisch, und man sieht sofort, in Fig. 17, die kolossale Reduktion der Wurzelbündelchen, ganz entsprechend derjenigen des Querschnittes der Hauptwurzel. Hierbei tritt eine sonderbare Tatsache zu tage. In der Substantia gelatinosa der atrophischen Seite scheinen diese longitudinalen Wurzelbündelchen durch eine grosse Anzahl kleiner Faserlängsbündel ersetzt, welche aus recht feinen Fasern bestehen (viel feiner als die Wurzelfasern). Die Sache erklärt sich jedoch bei starker Vergrösserung ziemlich befriedigend. Fig. 18 stellt bei starker Vergrösserung einen kleinen Abschnitt der medialen Abteilung der Substantia gelatinosa auf der normalen, Fig. 19 dieselbe auf der atrophischen Seite dar. Man sieht nun, dass die longitudinalen Wurzelbündelchen (W. Bünd.) auf der normalen Seite nicht nur aus den groben Wurzelfasern bestehen, die ihnen ihren Charakter bei schwacher Vergrösserung verleiht, sondern auch daneben aus viel feineren Fasern (f. Fasbünd.), welche da und dort sogar in besonderen Längsbündelchen auftreten. Auf der atrophischen Seite sehen wir aber da und dort, mitten in einem Bündel oder Bündelchen feiner Fasern eine dicke Faser (W. Bünd.) oder sogar einige solche. Damit ist der Beweis geliefert, dass nur die gröberen Fasern atrophisch sind, das feinere Längsfasersystem dagegen nicht oder kaum, denn dafür, dass das ganze Areal auf der atrophischen Seite kleiner ist, erscheinen die Längsbündel feiner Fasern dichter. Ausserdem erscheinen aber noch zerstreut im Gewebe viele allerfeinste Fasern (f. Fas.), welche leider in den mit Karmin zwar gut gefärbten Schnitten nur wenig deutlich sichtbar sind. Doch kann man dieselben durch die Einstellung bei starker Vergrösserung sicher als Fasern deuten. Am charakteristischsten ist das Verhalten der Ganglienzellen der Substantia gelatinosa. Dieselben sind auf der atrophischen Seite (Fig. 19) nicht nur nicht geschwunden, sondern sogar vermehrt und in ihrer Gestalt durchaus nicht geändert. Die Vermehrung ist natürlich nur scheinbar, da das ganze Areal der Substantia gelatinosa verkleinert ist. Nach meiner Ansicht sind die Zellen infolge des Schwundes des Fibrillenbaumes der Wurzelfasern einander näher gerückt. Dieses Ergebnis der G u d d e n schen Methode wird durch B e l l o n c i s (l. c.) und G o l g i s (l. c.) histologische Forschungen bekräftigt. Aber auch das Dreieck x in Fig. 16 und 17 ist verkleinert und wir können wenigstens vermuten, dass die Wurzel auch dorthin

Fibrillen schickt. Man sieht auch Teile der Wurzelbündel bis dorthin gelangen. Dieses Dreieck entspricht zweifellos demjenigen Teil des Hinterhorns des Rückenmarks, der von der Substantia gelatinosa desselben eingeschlossen wird, und der, wie auch unser Dreieck, viele sehr feine Längsfaserbündelchen enthält. Die Struktur dieses Dreiecks ist auf der atrophischen Seite noch ziemlich genau so, wie auf der normalen.

Im ganzen erscheinen mir somit die Längsbündel feiner Fasern sowohl in der Substantia gelatinosa wie im Dreieck x nicht, oder nur unwesentlich atrophisch. Ebensowenig die Zellen der Substantia gelatinosa. Atrophisch sind nur die Wurzel, die Wurzelbündelchen und offenbar der feinere Faserbaum, das sogenannte Fasernetz. Am Karminpräparat sieht man sowohl in der Substantia gelatinosa als im Dreick x, zwischen den Ganglienzellen und den Längsbündeln feiner Fasern auf der atrophischen Seite viel weniger diffus rot gefärbte und punktierte Masse (die man früher poröse Grundsubstanz nannte, und die sich mit Osmium, Hämotoxylin und Goldchloridmethoden als Fibrillenfilz erwiesen hat) als auf der normalen. Daher erscheinen auch die Elemente, sowohl Zellen als feine Markfasern, auf der atrophischen Seite klarer und deutlicher.

Was hat nun das System feiner Längsfasern zu bedeuten? Ist es ein aus den Zellen hervorgehendes oder sich auch hier baumförmig verästelndes Fasersystem, das von höher gelegenen Zentren abhängt und mit dem Trigeminus in spezieller Beziehung steht? Meint v. Gudden (l. c., Allgemeine Zeitschrift für Psychiatrie, 1886), dieses System sei die zentrale Trigeminusbahn? — Da ich über diese Fragen nicht mehr weiss, begnüge ich mich damit, sie zu stellen. Eine Atrophie jener Fasern vom Gehirn her würde die Sache klarstellen.

Jedenfalls aber dürfen wir nicht ohne weiteres die Zentren der sensiblen Nerven mit denjenigen des Opticus und des Olfactorius homologisieren, welche beide bekanntlich im Embryo Auswüchse der Grosshirnblasen darstellen. In der Rinde des vorderen Vierhügels findet sich eine Schicht grosser, schlanker Ganglienzellen, welche nach Exstirpation des Auges sich jedenfalls, wie ich sehe, verkleinern und an Zahl sich stark reduzieren (Correspondenzblatt für schweizer. Aerzte, XII, 1882). Für diese Zellen kann ich bei der Atrophie des Trigeminus nicht Homologes finden, und bekanntlich dürfen wir auch nicht die Ganglienzellen der Retina als periphere Bildung, sondern müssen dieselben vielmehr als Auswuchs des Zentralnervensystems betrachten.

Martius (l. c., Seite 2605) meint, dass der Muskel keine motorischen Impulse mehr erhält, wenn die Willkürbahn (Pyramidenbahn) oberhalb der motorischen Kernzellen — also bei Gehirnlähmungen z. B. —

ganz unterbrochen wird. Er scheint zu vergessen, dass der Muskel dann noch alle Refleximpulse vom Rückenmark durch die Nervenkerne erhält. Darin liegt jedenfalls ein Grund, warum er nur partiell atrophiert. Die Tiere (der Hund z. B.) können sogar bekanntlich ohne Pyramidenbahn noch springen, wenn auch die Bewegungen dann nur noch einen reflex-automatischen Charakter haben. Daher scheint auch bei ihnen in solchen Fällen überhaupt keine Atrophie der Muskulatur einzutreten. Die Atrophie der Muskulatur nach Lädierung der Pyramidenbahn ist jedenfalls nur eine Atrophie nach geschwächter Tätigkeit, wie diejenige, welche nach der Bettlage, bei einer Gelenkmaus, im Gipsverband etc. entsteht. Die totale Muskelatrophie oder besser der Muskeltod, nach Zerstörung der motorischen Nerven oder ihrer sogenannten Kerne, scheint mir bloss zu beweisen, dass der Muskel ohne tonische Erregung — also völlig untätig — nicht bestehen kann. Besondere trophische Eigenschaften der motorischen Nervenzelle anzunehmen, scheint mir zur Erklärung dieser Tatsache ebenso überflüssig als zur Erklärung der Tatsache, dass eine gewisse Temperatur für diese oder jene Tierart letal ist. Der lebende Muskel scheint so organisiert zu sein, dass er ohne Nervenerregung ebensowenig weiterleben kann als das tropische Tier ohne seine Wärme oder die Wasserrose ohne im Wasser gebadet zu sein.

Die obigen Zeilen sind fragmentarisch und unvollständig. Ihr Zweck war, gewisse Gesichtspunkte hervorzuheben, welche mir einen richtigen Weg zu bezeichnen scheinen. Dabei will ich mich aber vor abgeschlossenen Theorien hüten, welche schliesslich doch immer grossenteils falsch werden, wenn sich unsere Kenntnisse erweitern. Eine Vermutung auszusprechen und zu begründen, scheint mir dagegen erlaubt, weil sie anregen kann. Leider gestattete mir meine Zeit nicht, die umfangreichen Literaturstudien vorzunehmen, welche eigentlich nötig gewesen wären, und somit werde ich wohl vieles nicht gekannt haben, das am Platze gewesen wäre, zitiert zu werden.

Unter den ermittelten *Tatsachen* darf ich am Schluss noch die folgenden hervorheben:

1. Der motorische Nerv degeneriert auch beim Erwachsenen doppelseitig, und mit seinen Ursprungszellen, wenn er, wie bei Guddens Verfahren, an Neugeborenen, an der Hirnbasis durchtrennt wird.

2. Durchschneidung des motorischen Nerven in seinem peripherischen Verlaufe, wenn eine genügende Dislokation das Nachwachsen der Fasern des zentralen Stumpfes bis zum Muskel verhindert, hat eine sehr langsame marantische Verkleinerung der Fasern des zentralen Stumpfes und ihrer Ursprungszellen zur Folge, wie es schon Hayem u. a. fanden.

3. Die G u d d e n sche Atrophiemethode ist nur quantitativ, nicht qualitativ von der sekundären Degeneration verschieden. Das heisst beim Erwachsenen sind die Folgen der Eingriffe nur langsamer als beim Neugeborenen; vor allem sind die Zerfallsresiduen bedeutender und werden langsamer resorbiert, was eine geringere Gesamtatrophie und weniger Verschiebungen zur Folge hat. Die Tatsache, auf welcher beide Methoden beruhen, scheint die Nekrose eines Teiles oder beider Teile durchtrennter Elemente, je nach der Wichtigkeit des einen der durchtrennten Stücke, zu sein.

Erklärung der Abbildungen. (Taf. VII und VIII.)

F i g. 1. Normaler (rechter) Facialiskern des Meerschweinchens mit dem durchschnittenen linken Facialis (Querschnitt). Die Zellen sind genau gezählt und das Verhältnis ihrer Grösse möglichst genau wiedergegeben. Nr. 21 der Schnittreihe. Nigrosinfärbung. H a r t n a c k - System 4.

F i g. 2. Partiell atrophischer (linker) Facialiskern des Meerschweinchens mit dem durchschnittenen linken Facialis (Querschnitt). Alles sonst genau wie in Fig. 1. Nr. 21 der Schnittreihe. Nigrosinfärbung. H a r t n a c k - System 4.

F i g. 3. Atrophisch degenerierter (linker) Facialiskern des Meerschweinchens mit dem ausgerissenen linken Facialis (Querschnitt). Hier konnten die degenerierten Zellen nur approximativ der Zahl nach geschätzt werden. Gef. ist ein Gefäss, das die Bahn der geschwundenen Wurzeln einschlägt. Sonst alles wie in Fig. 1. Nr. 12 der Schnittreihe. Nigrosinfärbung. H a r t n a c k - System 4.

F i g. 4. Querschnitt beider Facialisknice des Meerschweinchens mit dem durchschnittenen linken Facialis. Nr. 34 der Schnittreihe (vervollständigt mit Nr. 35). Karminfärbung. H a r t n a c k - System 4.

F i g. 5. Querschnitt beider Facialisknice des Meerschweinchens mit dem ausgerissenen linken Facialis. Nr. 29 der Schnittreihe. Karminfärbung. H a r t n a c k - System 4.

F i g. 6. Querschnitt der Oblongata in der Mitte der austretenden atrophisch degenerierten Wurzel des linken Facialis desselben Meerschweinchens wie Fig. 5. Nr. 32 der Schnittreihe. Karminfärbung. H a r t n a c k - System 2.

F i g. 7. Eine normale Ganglienzelle des Facialiskernes. Nigrosinfärbung. S e i b e r t. Immersion VIII.

F i g. 8. Eine Ganglienzelle des linken (atrophischen) Facialiskernes des Meerschweinchens mit dem durchschnittenen linken Facialis. Es ist eine der fast grössten. — Ihr Grössenverhältnis zur Zelle der Fig. 7 ist genau eingehalten. Nigrosinfärbung. S e i b e r t. Immersion VIII.

F i g. 9. Eine geschrumpfte in Spinnenzelle übergehende Ganglienzelle des linken (atrophischen) Facialiskernes des Meerschweinchens mit dem ausgerissenen linken Facialis. Es ist eine der grösseren. Ihr Grössenverhältnis zu den Zellen der Fig. 7 und 8 ist genau eingehalten. Nigrosinfärbung. S e i b e r t. Immersion VIII.

F i g. 10. Kleinere Spinnenzelle aus demselben atrophisch degenerierten Facialiskern wie Fig. 9. Dieselbe Färbung und Vergrösserung.

Fig. 11. Ein kleiner Abschnitt des normalen rechtsseitigen Facialisknies lateralwärts, dicht neben den Randfasern. Nr. 34 der Schnittreihe. Karminfärbung. Seibert. Immersion VIII.

Fig. 12. Derselbe Abschnitt (ungefähr) des atrophischen (linken) Facialisknies des Meerschweinchens mit dem durchschnittenen Facialis. Derselbe Schnitt (Nr. 34 der Reihe); dieselbe Färbung und Vergrösserung.

Fig. 13. Ein kleines Stückchen des Querschnittes des Knies des atrophisch-degenerierten (linken) Facialis des Meerschweinchens mit dem ausgerissenen Facialis. Man sieht drei spinnenartige Zerfallzellen. Nr. 29 der Schnittreihe. Karminfärbung. Hartnack-System 7.

Fig. 14. Austrittsstelle der Wurzel des ausgerissenen Nervus facialis, gerade bei der Rissstelle, und da, wo sie das Corpus trapezoïdes durchflicht. Nr. 36 der Schnittreihe. Nigrosinfärbung. Hartnack-System 7.

Fig. 15. Querschnitt des Halsrückenmarkes eines an Dementia paralytica verstorbenen Menschen mit sekundärer Degeneration der Pyramindenbahn.

Fig. 16. Aufsteigende (sensible) Trigeminuswurzel mit ihrem Kern der normalen Seite eines Kaninchens, dem der sensible Trigeminus der anderen Seite nahezu vollständig nach der Geburt exstirpiert worden war. Gegend des Facialisaustrittes. Karminfärbung. Hartnack-System 2.

Fig. 17. Dieselbe Wurzel am selben Schnitt, aber auf der anderen (Exstirpations-) Seite, wo sie atrophisch ist. Karminfärbung. Hartnack-System 2.

Fig. 18. Ein kleiner Abschnitt der medialen Abteilung der Substantia gelatinosa der Fig. 16. Seibert. Immersion VIII mit Hartnack Ocul. 1.

Fig. 19. Ein ganz entsprechender Abschnitt, aber von Fig. 17 (von der atrophischen Seite), bei derselben Vergrösserung.

Bezeichnungen für alle Abbildungen.

Wurz. = Wurzelfasern des Nervus facialis (resp. Zerfallsresiduen derselben).
C. rest. = Corpus restiforme.
Trig. W. = Quergeschnittene Wurzel des Nervus trigeminus.
Pyr. = Pyramide.
Ventr. Fas. = Ventrale Faserquerschnitte der Oblongata zwischen der Pyramide und dem Trigeminus.
Gef. = Blutgefäss.
Kn. l. = Linkes Facialisknie im Querschnitt.
Kn. r. = Rechtes Facialisknie im Querschnitt.
Randf. = Randfasern, welche, querbogig verlaufend, das Facialisknie lateral- und ventralwärts dicht begrenzen.
H. L. = Hinteres Längsbündel.
Raph. = Raphe der Oblongata im Querschnitt.
Wurz. Kn. = Umbiegungsstelle des Facialisknies in die austretende Wurzel, im Querschnitt.
Abd. = Wurzel des Nervus abducens.
Ob. Ol. = Obere Olive.
Austr. = Austrittsstelle des Nervus facialis aus der Oblongata.
C. trap. = Corpus trapezoïdes.

a—b. = Mittlerer Abschnitt der austretenden Facialiswurzel, welcher nur noch Spuren von Degenerationsprodukten zeigt.

Wanderz. = Wanderzelle.

Zell. = In Fig. 14 einzelne Zerfallzellen, welche sich ein Stückchen weit im Corpus trapezoïdes befinden.

Ac. W. = Vordere Acusticuswurzel.

Fac. W. = Facialiswurzel in Fig. 16 und 17.

W. bünd. = Quer- sowohl als längsgeschnittene Wurzelbündelchen des sensiblen Trigeminus in der Substantia gelatinosa.

Gel. I. = Mediale Abteilung der Substantia gelatinosa des Trigeminus.

Gel. II. = Laterale Abteilung der Substantia gelatinosa des Trigeminus.

x. = Dreieckige Abteilung der Formatio reticularis, die nach der Exstirpation des Trigeminus atrophisch wird.

Zell. Gel. = Ganglienzellen der Substantia gelatinosa.

f. Fasbünd. = System feiner Längsfaserbündel in den Ursprungsmassen des Nervus trigeminus. Diese Bündel feiner Fasern atrophieren nicht oder kaum nach der Exstirpation des Nerven.

f. Fas. = Die feinsten zerstreuten, bei Karminfärbung noch sichtbaren Fasern in der Substantia gelatinosa des Trigeminus.

Tafel VIII.

Fig. 1.

Wurz.
Pyr.
Ventr. Fas.
Gef.
Tri





Fig. 2.

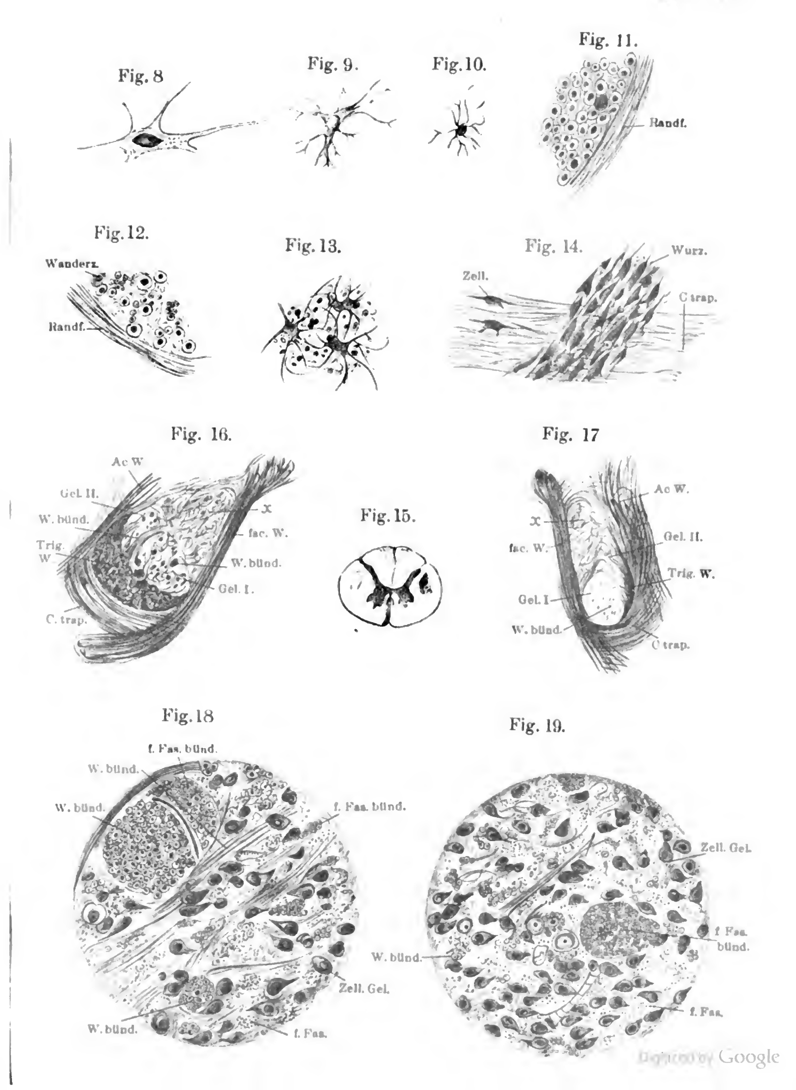
C. rest.
Wurz.
Wurz.
Trig. W.
C rest.
Ventr. Fas.

Ac W.
Gel. II.
Trig. W.
C trap.

Fig. 6.

Wurz. Kn.
a
H. L.
Abd
Wurz.
b
Trig. W.
Raph.
C. trap.
Austr.
ob. Ol.
Pyr.
C. trap + Ventr. Fas.
ob. Ol.




Fig. 8
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Randf.
Fig. 12.
Wanderz.
Randf.
Fig. 13.
Fig. 14.
Wurz.
Zell.
C trap.
Fig. 16.
Ac W
Gel. II.
W. bünd.
Trig. W
x
fac. W.
W. bünd.
Gel. I.
C. trap.
Fig. 15.
Fig. 17
Ac W.
x
fac. W.
Gel. II.
Trig. W.
Gel. I
W. bünd.
C trap.
Fig. 18
f. Fas. bünd.
W. bünd.
W. bünd.
f. Fas. bünd.
Zell. Gel.
W. bünd.
f. Fas.
Fig. 19.
Zell. Gel.
f. Fas. bünd.
W. bünd.
f. Fas.

Zur Acusticusfrage.[1])

Auf einen, in persönlichem Tone gehaltenen, mit Ausrufungszeichen etc. versehenen Angriff des Herrn Professors Flechsig in Nr. 23 (1. Dezember 1886) des Neurologischen Centralblattes, Seite 547, muss ich, das Persönliche beiseite lassend, sachlich folgendes erwidern:

Herr Professor Flechsig schreibt: „So äussert er (Onufrowicz), „„Bechterew nennt ebenfalls die hintere Acusticuswurzel Nervus cochlearis, die vordere Nervus vestibuli, macht indes keinen Versuch (!), diese Auffassung zu begründen!““ Nach dem Wortlaut dieser Bemerkung könnte man auf den Gedanken kommen, man habe bereits früher die Beziehungen der hinteren Acusticuswurzeln zur Cochlea gekannt; und die von Bechterew angewandte Methode gebe überdies keineswegs klare Resultate, während im Gegenteil im Vergleich zu letzterem Onufrowicz' Beweisführung recht dürftig erscheint."

Soweit Herr Professor Flechsig. Darauf erwidere ich:

In der von Professor Flechsig zitierten Arbeit Onufrowicz', Seite 27 (Archiv für Psychologie, Band XVI, H. 3), steht unmittelbar vor der von Flechsig zitierten Stelle wörtlich: „Es ist daher viel wahrscheinlicher, dass die vordere Wurzel den Nervus canalis semicircularis enthält. Flourens hatte offenbar auch schon diese Vermutung, wenn er die hintere Wurzel als eigentlichen Gehörnerv bezeichnete und ihn in die Schnecke gehen liess (Le vrai nerf acoustique, le nerf du limaçon, n'a au contraire qu'une seule racine. Cette racine est postérieure et se porte par dessus le corps restiforme jusqu'à la ligne médiane du quatrième ventricule."[2])

Daraus geht klar hervor, dass das von Onufrowicz daraufhin gebrauchte Wort „ebenfalls" sich auf Flourens und nicht auf unsere Arbeiten bezieht. Die von Bechterew und Flechsig nicht erwähnte Priorität Flourens' in der sehr bestimmten (nicht nur für wahrscheinlich gehaltenen oder vermuteten, wie man vielleicht nach Onufrowicz meinen könnte) Angabe, dass die (unverkennbar beschriebene) hintere Acusticuswurzel Nervus cochleae sei, kann doch gewiss Herr Professor Flechsig nicht bestreiten. Wir geben gern zu, das Onufrowicz im zweiten Teile des beanstandeten Satzes etwas zu weit gegangen ist, indem Bechterew seine (d. h. die

---

[1]) Neurologisches Centralblatt, 15. Januar 1887. Seite 31.

[2]) Flourens: Recherches expérimentales sur les propriétés et les functions du système nerveux dans les animaux vertébrés. 1842. p. 493.

Flourenssche) Auffassung damit begründet, dass beim 25 cm langen Fötus die vordere Wurzel schon Markscheiden hat, während die hintere Wurzel solche erst beim 30 cm langen Fötus erlangt. Indes ist dieses keine Begründung der Tatsache, dass die eine Wurzel in die Cochlea und die andere in das Vestibulum gehe.

Ferner lautet eine sehr eigentümliche Nota (unten) von Herrn Professor Flechsig wie folgt:

„Bemerkenswerterweise erwähnt Forel in seiner vorläufigen Mitteilung über Onufrowicz' Befunde (dieses Blatt 1. März 1885) nichts von den Beziehungen der Cochlea zur hinteren Acusticuswurzel. Erst in der nach Bechterews Mitteilung erschienenen ausführlichen Arbeit Onufrowicz' finden sich entsprechende Bemerkungen."

Ich verstehe, offen gestanden, nicht, was Herr Professor Flechsig da Auffallendes finden will. Weder in meinen noch in Onufrowicz' erwähnten Veröffentlichungen und Experimenten ist von der Cochlea als solcher die Rede, und als Onufrowicz von den wahrscheinlichen Beziehungen des Nervus cochlearis (dieser Name ist doch alt genug) zur hinteren Wurzel sprach, hatte er die bezüglichen Angaben von Flourens und Bechterew zitiert. Dass aber die wahrscheinlichen Beziehungen der Taumelbewegungen zu den Bogengängen und zur partiellen Zerstörung der vorderen Wurzel näher besprochen würden, ging doch deutlich genug aus meiner ersten, allen bezüglichen Publikationen Bechterews vorausgegangenen vorläufigen Mitteilung vom 1. März 1885 hervor; denn die darin erwähnte, bei unserem Kaninchen nur partiell aufgetretene Gleichgewichtsstörung konnte nicht wohl mit der so gut wie total atrophischen eigentümlichen hinteren Wurzel (hinteren lateralen), sondern nur mit der partiell atrophischen vorderen in Verbindung stehen. Man könnte schliesslich mindestens ebensogut als „bemerkenswert!" erklären, dass Bechterews Mitteilungen im Neurologischen Centralblatt ohne Erwähnung der meinigen denselben nach 4 Wochen auf dem Fusse folgten, was wir jedoch nicht getan haben und hiermit durchaus nicht tun wollen.

Was ferner die Ansicht Baginskys (die vorher schon diejenige Bechterews war, wie ich nun allerdings bemerke) über angebliche Beziehungen des hinteren Vierhügelganglions zur Cochlea betrifft, so werde ich demnächst, gelegentlich einer (bereits gedruckten) ausführlichen Arbeit, meine Gründe dagegen geltend machen.

Die angebliche „Dürftigkeit" der Onufrowiczschen Beweisführung, sowie die geringe Bestimmtheit der Schlüsse, die wir aus unseren Experimenten gezogen haben, und die Flechsig so absprechend beurteilt, dürfte der aufmerksame Leser, der auch die Figuren vergleichen will, vielleicht mit dem Worte „Vorsicht" bezeichnen.

Ueber die Verbindungen der Elemente[1] des Nervensystems

mit Demonstration mikroskopischer Präparate.

Da der Inhalt sich wesentlich an eine kürzlich erschienene Arbeit des Vortragenden (Hirnanatomische Betrachtungen und Ergebnisse, „Archiv für Psychiatrie", XVIII, 1, 1887) anschliesst, so wird auf eine detailliertere Wiedergabe hierorts verzichtet.

Forel bestätigt die Resultate Golgis und fügt ein neues Experiment hinzu, um zu beweisen, dass die Guddensche Atrophie-Methode im Grunde nur derjenigen der sekundären Degeneration identisch ist und nur deshalb intensiver wirkt, weil sie das noch nicht entwickelte Organ betrifft. Er zeigt ferner, dass beim erwachsenen Meerschweinchen eine totale Nekrose der Ursprungszellen und Fasern eines motorischen Nerven erfolgt, wenn man denselben an der Basis der medullaris oblongata abreisst, dass dagegen, wenn man den Nerven (Facialis) in seinem peripheren Verlauf durchschneidet, nur ein langsamer Marasmus, d. h. eine Verkleinerung der Elemente (Zellen und Fasern der zentralen Stümpfe), erfolgt.

Die Ergebnisse der verschiedenen neueren Methoden vergleichend, kommt Vortragender zu der Ueberzeugung, dass höchstwahrscheinlich die Nervenelemente untereinander in keiner kontinuierlichen Verbindung, auch nicht durch feine Fasernetzanastomosen stehen, dass vielmehr die physiologischen Reizübertragungen durch grosse Nähe resp. Kontiguität geschehen dürften, dass endlich alle Nervenfasern und Fibrillen nur einen Teil der Fortsätze der Nervenzellen bilden. Zu derselben Ansicht ist auf embryologischem Wege ganz kürzlich His in einer fast gleichzeitig mit der Arbeit des Vortragenden (etwas vorher), und völlig unabhängig von derselben erschienenen Arbeit gelangt.

Golgis Ergebnisse bringen wie die Guddenschen zur Ansicht, dass die sensiblen hinteren Wurzeln nicht aus Zellen des Zentralorganes entspringen, sondern ihre Zelle peripher haben. Nach His wäre diese Zelle die bipolare Spinalganglienzelle. Nach den Experimenten von Vejas und Gudden (Guddensche Methode) wären die Spinalganglienzellen unipolar, mit dem Fortsatz nach der Peripherie gerichtet; die hinteren Wurzeln würden dann ein System für sich bilden, das durch das Ganglion einfach hindurchgeht. Hat Vejas recht, so muss die Zelle dieser sensiblen Wurzeln peripher liegen, was allerdings

[1]) Aus Correspondenzblatt für Schweizer Aerzte, 1887, Nr. 14.

nur bei niederen Tieren ganz stimmt, die aber keine Spinalganglien haben. Diese Frage muss noch gelöst werden.

Gegenüber sogenannten sekundären Atrophien (über das Zellenzentrum eines Fasersystems hinaus) verhält sich Vortragender im ganzen skeptisch, obwohl er einige Fälle (z. B. beim Opticus) zugibt. Wie v. Gudden ist er der Ansicht, dass viele einfache Verschiebungen dafür angesehen werden. Wirkliche und gewisse scheinbare sekundäre Atrophie dürften entweder durch das Vorhandensein von direkten Fasern (durch das erste Zentrum hindurch) oder durch Druck und Zerrung eines Zellensystems durch den atrophierenden umliegenden Fibrillenbaum des atrophierenden Fasersystems oder durch eine partielle Atrophie (Verkleinerung) der Elemente des zweiten Systems infolge des Wegfalls der Hauptfunktion erklärt werden.

Diskussion. Dr. v. Monakow schliesst aus der Tatsache, dass bei Wegnahme der Sehsphäre eines erwachsenen Tiers die Fasern des Tractus opticus normal bleiben, während dieselbe Operation beim neugeborenen Tiere zu einer Atrophie führt (ein noch nicht publiziertes Ergebnis), dass diese sekundäre Atrophie eine Wachstumshemmung sei, bedingt durch die Atrophie der Opticuszentren.

Professor Forel betont, dass der interessante Befund mit seinen Ansichten nicht im Widerspruch steht, vielmehr dieselben bestätigt. Denn, wenn die Elemente von zwei Systemen in direkter Kontinuität miteinander wären und wenn die sekundäre Atrophie davon käme, so könnte man nicht einsehen, warum sie nicht ebensogut beim Erwachsenen, als beim Neugeborenen stattfinden sollte. Besteht diese Kontinuität dagegen nicht, so kann der Unterschied durch sekundäre funktionelle Entwicklungshemmung im Sinne v. Monakows erklärt werden.

Professor Wyss erwähnt, dass er sich bei früheren Untersuchungen peripherer Ganglien von dem Vorkommen von Anastomosen der Ganglienzellen ebenfalls nie habe überzeugen können, wohl aber hat ihn bei peripheren Ganglienzellen das Eindringen von Rundzellen in die Hülle auf den komplizierten Bau der Ganglienzelle aufmerksam gemacht. Er stellt ferner an den Vortragenden die Frage, ob die Resultate der Untersuchungen von Adamkiewicz sich bestätigt hätten.

Professor Forel hat die Untersuchungen von Adamkiewicz nicht kontrolliert, verhält sich aber ungläubig gegen dieselben, weil sie mit Resultaten anderer histologischen Methoden im Widerspruch stehen. Ueber den Bau der Ganglienzellen weiss man bis jetzt, dass die peripheren Ganglien eine Scheide haben und an den Ganglienzellen des Gehirns perizelluläre virtuelle Räume existieren. Unter pathologischen Verhältnissen (Lyssa und Paralyse) sieht man die Räume mit Leucocyten erfüllt.

Sur le nombre et le calibre des fibres nerveuses du nerf oculomoteur commun, chez le chat nouveau-né et chez le chat adulte.[1]

Par M. H. Schiller.

On a peu fait attention jusqu'ici au nombre relatif des éléments histologiques du corps, chez le nouveau-né et chez l'adulte. Les fibres du système nerveux, arrangées en fascicules, sont un objet particulièrement favorable à cette étude, lorsqu'il s'agit d'un fascicule de caractère constant, homogène, et d'un parcours isolé. Sur le conseil et sous les auspices de M. A. Forel, j'ai entrepris de compter le nombre des fibres d'un nerf moteur déterminé, chez un animal nouveau-né et chez le même animal adulte. J'ai choisi le nerf oculomoteur commun du chat, parce qu'il n'a pas un nombre trop considérable de fibres, parce qu'il est bien isolé, et d'un développement très constant, de même que les muscles de l'oeil qu'il innerve.

Les nerfs, enlevés à la base du cerveau, de l'animal que l'on venait de tuer, ont été fixés étendus, pendant douze à vingt-quatre heures, dans une solution d'acide osmique à 1 pour 100. Pour faire les coupes transversales, les nerfs ont été placés dans la paraffine à l'aide de xylol.

Ne pouvant opérer chez le même animal à deux âges différents, j'ai opéré d'abord sur les petits d'une même portée. Du reste, les animaux provenant de parents différents n'ayant fourni qu'un écart insignifiant, la cause de variation provenant de différences individuelles ne nous a pas causé les difficultés qu'on aurait pu prévoir. Les différences entre deux coupes du même nerf proviennent évidemment de petites erreurs dans le dénombrement, ou de fibres tombées vers les bords de la coupe.

Le dénombrement des fibres a été opéré au moyen de l'appareil à dessiner (chambre claire) d'Oberhäuser.

Voici nos résultats:

I. Nouveau-né.

Les chats A et B étaient de la même portée. Le chat C provenait d'autres parents.

[1] Aus Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences, 1889.

Chat A (six coupes).

Oc. mot. gauche: 1. Coupe 2937 fibres; 2. Coupe 2928; 3. Coupe 2951.
,, droit: 1. Coupe 2926 fibres; 2. Coupe 2912; 3. Coupe 2905.

Chat B (six coupes).

Oc. mot. gauche: 1. Coupe 2960; 2. Coupe 2933; 3. Coupe 2935.
,, droit: 1. Coupe 2953; 2. Coupe 2927; 3. Coupe 2946.

Chat C (six coupes).

Oc. mot. gauche: 1. Coupe 2980; 2. Coupe 2967; 3. Coupe 2890?
,, droit: 1. Coupe 2975; 2. Coupe 2958; 3. Coupe 2979.
Moyenne chez les trois chats: 2942 fibres.

La troisième coupe de l'oc. droit du chat C étant légèrement écornée au bord, le chiffre 2890 est assez suspect et abaisse probablement à tort la moyenne.

II. **Chats agés de quatre semaines (de la même portée).**

Chat D.

1. Coupe 2968; 2. Coupe 2946.

Chat E.

1. Coupe 2976; 2. Coupe 2956.
Moyenne chez les deux chats: 2961 fibres.

III. **Chat agé de seize semaines: F.**

1. Coupe 3016; 2. Coupe 2995 (nerf gauche); 3. Coupe 3011; 4. Coupe 3005 (nerf droit).
Moyenne des coupes: 3032 fibres.

IV. **Chat agé d'un an: G (mère des chats A, B et F).**

1. Coupe 3102; 2. Coupe 3019; 3. Coupe 3017.
Moyenne des coupes: 3046 fibres.

V. **Chat male agé d'un an et demi: H.**

1. Coupe 3050; 2. Coupe 3020.
Moyenne des coupes: 3035.

Le résultat de ce premier travail montre que le nombre des fibres de l'oculomoteur du chat n'augmente pas, ou augmente à peine, pendant la vie. Le nombre un peu plus élevé des fibres, que nous avons trouvé chez l'adulte, provient probablement de ce que, chez le nouveau-né, quelques fibres échappent au dénombrement, à cause de leur finesse qui peut les faire confondre avec la névroglie. En effet, le calibre des fibres de l'adulte est six à huit fois plus considérable que celui des fibres du nouveau-né:

		Micromillimètres.
Diamètre des fibres chez le chat	nouveau-né	1,5 à 2
,,	âgé de quatre semaines	4 à 6
,,	âgé de seize semaines .	6 à 9
,,	âgé d'un an	6 à 12
,,	âgé d'un an et demi . .	6 à 20

Nous comptons reprendre cette étude à l'aide de la méthode de Weigert, afin d'éviter les inégalités de teinture et de gonflement des fibres, produites par l'acide osmique; puis, nous l'étendrons au dénombrement des cellules ganglionnaires, dans les noyaux d'origine du nerf.

(30. septembre 1889.)

Note sur le travail précédent.

Par M. Aug. Forel.

En engageant M. le Dr. Schiller à entreprendre le travail précédent, j'espérais le résultat qui a été obtenu, sans oser l'attendre avec une certitude absolue. Je suis persuadé maintenant que la continuation de ces études viendra confirmer de plus en plus le fait fondamental qu'il s'agit de prouver, savoir que le nombre des éléments cellulaires du système nerveux cérébrospinal n'augmente pas pendant le courant de la vie. Comme il résulte déjà des dénombrements faits par Birge, chez la grenouille adulte, que le nombre des cellules des noyaux des nerfs moteurs est égal à celui de fibres des mêmes nerfs, nous devons nous attendre au même résultat chez le chat adulte et chez le chat nouveau-né.

Ce résultat ne démontre pas rigoureusement que la cellule nerveuse elle-même ne change pas dans le courant de la vie, c'est-à-dire que sa vie cellulaire ait la même durée que la vie humaine, mais elle le rend très probable. Tous les résultats obtenus par la méthode de Gudden (atrophies produites par des opérations sur le nouveau-né), par les dégénérescences secondaires, etc., tendent à démontrer qu'un élément cellulaire nerveux des centres cérébrospinaux, une fois détruit, n'est jamais reproduit au moyen d'autres éléments et n'est donc pas remplacé dans le courant de la vie. La régénération des nerfs périphériques repose sur une croissance du cylindreaxe. Or le cylindre-axe n'est qu'un prolongement de la cellule centrale de la corne antérieure ou du

ganglion spinal qui lui donne naissance. Lorsqu'un nerf coupé se régénère, il ne s'agit donc pas d'éléments détruits qui sont reproduits, mais seulement du bourgeonnement des tentacules ou prolongements coupés de certains éléments, qui, eux-mêmes, n'ont point péri. Je renvoie ici à deux travaux indépendants l'un de l'autre, et basés sur des méthodes entièrement différentes; l'un de His,[1]) le second de moi.[2])

Les résultats de ces deux travaux amènent, entre autres, à croire qu'il n'existe pas d'anastomoses, ni grossières, ni en réseau très fin, dans les centres nerveux; que chaque fibre nerveuse n'est que le prolongement d'une seule cellule et se termine en arborescences libres. Ce fait impliquerait celui d'un dynamisme nerveux réagissant d'un élément nerveux sur l'autre, par contiguïté ou simple voisinage, la fibre nerveuse ne conduisant que de sa cellule au lieu où elle se ramifie, ou *vice versa*. Les résultats de ces mêmes travaux, surtout du mien, tendent aussi à démontrer la stabilité des éléments nerveux pendant la vie.

Le fait, rendu ainsi plus que probable, de la conservation de chaque élément nerveux central pendant toute la vie, nous paraît de grande importance pour l'explication des phénomènes de mémoire.

---

[1]) Zur Geschichte des menschlichen Rückenmarks und der Nervenwurzeln, dans Band XIII des Abhandlungen der mathem. physischen Klasse der Königl. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften. Leipzig, envoyé en août, publié en octobre 1886.

[2]) Einige hirnanatomische Betrachtungen und Ergebnisse, dans Archiv für Psychiatrie, Band XVIII, Heft 1, envoyé en août 1886, publié en janvier 1887.

(30 septembre 1889.)

Ueber das Verhältnis der experimentellen Atrophie und Degenerationsmethode zur Anatomie und Histologie des Zentralnervensystems.[1])

Ursprung des IX., X. und XII. Hirnnerven.

Unter Mitwirkung von Herrn Direktor Dr. Mayser in Hildburghausen und Herrn Oberarzt Dr. Ganser in Dresden.

(Mit Tafeln IX und X.)

Der Begriff der Gehirnanatomie hat sonderbare Wandlungen durchgemacht und scheint mir noch heute nicht in allen Köpfen klar zu sein. Frühere Anatomen befleissigten sich, im Gehirn graue und weisse Hügel, Höhlen, Rinnen etc. zu beschreiben. Schon bevor der histologische Begriff der Zelle sich gebildet hatte, war die faserige Struktur der weissen Substanz erkannt worden. Wie nebelhaft und wunderbar jedoch die Ansichten älterer Autoren über die Hirnfaserung waren, mag man in ihren, zum Teil phantastischen, zum Teil freilich auch, bei Berücksichtigung der damaligen Kenntnisse und Mittel, peinlich exakten Beschreibungen nachsehen. Eine äusserst wertvolle, gründliche und vollständige Uebersicht der Literatur über die Faserung des Gewölbes (Fornix) gibt die neuere Arbeit Honeggers (Recueil Zoologique Suisse. Vol. V. 1890, Nr. 2 und 3; Dissertation der med. Fak. Zürich 1890).

Trotz der Erkenntnisse, welche die Nervenhistologie zu tage gefördert hat, ist kein Teil der Anatomie so lange Zeit, teilweise sogar bis heute, von den nebelhaften Begriffen der alten makroskopischen Anatomie infiziert geblieben, wie gerade die Gehirnanatomie. Man kann noch in Arbeiten der letzten Jahre geradezu abenteuerliche Beschreibungen von Faserverbindungen lesen. Die Begriffe der „Unterbrechung von Fasersystemen durch Zellen", von Fasern, die in zwei Zellen endigen u. dergl. mehr, sind immer noch häufig anzutreffen.

---

[1]) Aus der Festschrift zur Feier des fünfzigjährigen Doktor-Jubiläums der Herren Professor Dr. Karl Wilhelm v. Nägeli in München und Geheimrat Professor Dr. Albert v. Kölliker in Würzburg, herausgegeben von der Universität, dem Eidgenössischen Polytechnikum und der Tierarzneischule in Zürich. (Verlag von Albert Müller in Zürich.)

Dennoch gibt es keinen Teil der Anatomie, wo eine Trennung der groben Anatomie von der Histologie so widersinnig, so unstatthaft ist, wie bei der Anatomie des Zentralnervensystems. In allen anderen Organen, wie Drüsen, Knochen, Muskeln u. dergl., sind die Elemente einer jeden Gewebssorte mehr oder weniger gleichartig, homolog in Struktur und Funktion. Wenn eine Differenz in der Funktion bei denselben vorhanden ist, ergibt sich deren Ursache meist klar aus der Lage des Organs (z. B. die verschiedene Funktion von zwei Muskeln). Wir können allerdings auch mit grosser Wahrscheinlichkeit vermuten, dass die Funktion der Nervenelemente im Grunde genommen einheitlicher Art ist, dass z. B. die Natur des Reizes im sensiblen und im motorischen Nerv die gleiche ist. Aber, während Muskeln und Drüsen leicht übersehbar und verständlich nach ihren Funktionen gruppiert, bezw. örtlich gesondert sind, finden wir im Zentralnervensystem eine ungemein komplizierte, äusserst schwer, zum Teil unmöglich zu entwirrende Anordnung der vielfach ineinandergreifenden Elementengruppen zum Zweck des wunderbaren Funktionskomplexes eingerichtet, den wir bisher schlechtweg unter zwei Namen: Seelenfunktionen und Nervenfunktionen rubriziert haben, der aber tatsächlich nur ein kolossales Ganzes bildet.

Das Zentralnervensystem stellt den weitaus am feinsten differenzierten, grossartigsten morphologischen und physiologischen Komplex der organischen Welt dar; dieses ist unbestreitbar. In ihm sind aber die auf den Grundplan der Ganglienzelle mit ihren faserigen und nicht faserigen Fortsätzen gebauten und mehr noch durch ihre Lagerung und ihre Verbindungen als durch ihre Form, ihre Grösse und ihre Textur voneinander differenzierten Elemente zu einem Ganzen derart zusammengewoben, dass die makroskopisch zu unterscheidenden Teile oft in der Funktion homolog und zusammengehörig sind, während makroskopische Einheiten ganz gewöhnlich histologische und funktionelle Vielheiten bilden. Man trifft zwar auch in anderen Organen histologische Vielheit in makroskopischer Einheit; aber es handelt sich dann um gut differenzierte Gewebe, wie Blutgefässe, Bindegewebe, Endothelien etc. Wir finden natürlich auch im Zentralnervensystem die gleiche Art der Vielheit, und das Studium der Blut- und Lymphbahnen des Gehirns, der Neuroglia etc. gehört bekanntlich nicht zu den leichtesten Aufgaben. Diese letztere Vielheit bildet jedoch durchaus nicht das eigenartige Wesen, die besondere Komplikation der Anatomie des Zentralnervensystems. Jene Vielheit, die wir meinen, betrifft ausschliesslich die Gruppierung und Lagerung der Nervenelemente selbst.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass eine Gehirnanatomie ohne Histologie ein Unding ist. Aber auch jene Histologie, welche nur die Elemente studiert, ihre Gruppierung und das Verhältnis der Elementen-

gruppen zum makroskopischen Ganzen aber verschmäht, ist ein mangelhaftes Teilstudium; denn nur die Gruppierung der Elemente und die Ineinanderfügung der grösseren Gruppen, sowie ihr mittelbares Verhältnis zu den Sinnesoberflächen auf der einen und zu den Muskeln auf der andern Seite, kann zum Verständnis des Ganzen führen.

Es gibt aber keine rein anatomische oder histologische Methode, die im stande wäre, durch die gewaltige verfilzte Masse der Nervenfasern des Zentralnervensystems hindurch die einzelnen funktionell zusammengehörigen Systeme zu verfolgen, und man hat daher schon lange nach Hilfsmethoden gesucht. Ferner gab es stets einige Grundfragen, die unerledigt erschienen:

1. Gibt es eine Neubildung von Nervenelementen in dem postembryonalen Leben des Zentralnervensystems?

2. Ist die Nervenfaser überhaupt ein Element, oder besteht sie aus mehreren Elementen, oder ist sie nur der Fortsatz eines zelligen Elementes?

3. Gibt es Anastomosen zwischen den verschiedenen Nervenelementen?

Die dritte Frage wurde von unserm verehrten Jubilar von jeher mit der skeptischen Bemerkung: „Ich kann keine finden", beantwortet und alle Forschungen der Neuzeit summieren sich, um diese schwierige Frage in negativem Sinn zu entscheiden.

Die zweite Frage, zum Teil im Zusammenhang mit der ersten und dritten, wird ebenfalls mit einer an Gewissheit immer mehr grenzenden Wahrscheinlichkeit in dem Sinn entschieden, dass nur die Schwannsche Scheide der peripheren Nerven aus verschiedenen endothelialen Elementen besteht, dass aber der Achsenzylinder der Nervenfaser nur einen Teil des Protoplasmas einer Nervenzelle darstellt. Ob die ihn vielfach umhüllende Markscheide als Sekretion anderer Elemente der Umgebung zu betrachten ist, ist zwar damit in keinem Sinne erledigt, jedoch jedenfalls viel weniger wichtig.

Die erste Frage wird verschieden beantwortet und ist auch noch viel zu wenig geprüft worden im Verhältnis zu ihrer hohen Bedeutung. Doch hat Dr. H. Schiller in einer in unserem Laboratorium gemachten Arbeit[1]) wenigstens festgestellt, dass die Zahl der Fasern des Nervus Oculomotorius der neugeborenen Katze in kaum nennenswerter Weise von der Zahl der Fasern des gleichen Nerven beim erwachsenen Tiere differiert, während ihr Kaliber sechs- bis achtmal schwächer ist. Diese Tatsache spricht mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit für die Beständigkeit, für die Nichtneubildung

[1]) Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris, 30 septembre 1889.

der Nervenelemente. Dafür spricht aber auch die Tatsache, dass sowohl exstirpierte als sekundär atrophische und sekundär degenerierte Elemente des Zentralnervensystems sich nie regenerieren. Auch die Regeneration der peripheren motorischen Nerven beruht auf Sprossung von Elemententeilen (von durchschnittenen Achsengliedern), nicht auf Neubildung von Elementen.

Ich muss mir nun erlauben, eine kritische Bemerkung über die Art zu machen, wie bis heute das Zentralnervensystem studiert wird, nachdem ich kurz die Schwierigkeiten des Problems zu schildern gesucht habe. Mein Vorwurf geht dahin, dass meistens jeder nach irgend einer Spezialität oder Methode seine Wege geht, ohne sich um die andern Methoden und Gesichtspunkte zu kümmern. Der Physiologe schneidet und reizt mit elektrischen Strömen, zieht daraus Schlüsse, und kennt die Anatomie nicht; der reine Histologe studiert nur Zellen und Fasern, ohne sich um die oben erwähnte Gruppierung zu kümmern; es gibt noch einige Formanatomen, die nur Höhlen und Hügel am Gehirn studieren; gewisse Faserungsspezialisten glauben immer noch eine gründliche histologische Vertiefung entbehren zu können; andere Forscher wiederum widmen sich der Embryologie allein, ohne die vergleichende Anatomie und die feinere Anatomie zu kennen; vergleichende Anatomen glauben wiederum die Kenntnis der menschlichen Anatomie und der Experimentalmethode entbehren zu können; endlich kommen noch die kombinierten Methoden der experimentellen sekundären Degeneration und sekundären Atrophie, sowie der ungleichzeitigen Markscheidenentwicklung beim Embryo, die auch nicht selten ohne Zusammenhang mit den anderen gehandhabt werden, vor allem aber von dem reinen Anatomen als „nicht anatomisch" und von den Physiologen als „nicht physiologisch" ziemlich allgemein verschmäht werden.

Der grosse Nachteil dieses Mangels an Zusammenhang ist, dass jeder das Grossartigste und Schwierigste der morphologischen Probleme von einem zu engherzigen Standpunkt und mit einer an sich allein ungenügenden Methode beurteilen und verstehen will, was zu vielfachen Fehlschlüssen führt.

Ich glaube, nach langjähriger Beobachtung und nach manchen eigenen Untersuchungen im Gebiet der Morphologie und der Funktionen des Zentralnervensystems, den Satz aufstellen zu wollen, *dass alle Untersuchungsmethoden Hand in Hand angewendet und miteinander in ihren Resultaten verglichen werden müssen; dass jeder Gehirnanatom und Physiolog sie alle kennen und würdigen sollte, und dass bei verwickelten Verhältnissen in der Regel nur diejenigen Resultate und Lehrsätze als feststehende anatomische Wahrheiten gelten dürfen, welche die Nachprüfung und Bestätigung durch alle Methoden mit Erfolg bestanden haben.* Die

Hauptmethoden, die hier nach unseren bisherigen Kenntnissen in Betracht kommen, sind:

1. Die gröbere Formanatomie mit der makroskopischen Einteilung der grauen und weissen Substanz.

2. Die Untersuchung von Schnittserien mit verschiedenen Aufhellungs- und Färbungsmethoden und bei verschiedenen Vergrösserungen, womit die makroskopische Topographie am besten im Zusammenhang mit der histologischen Textur studiert wird.

3. Die feinere Histologie der Elemente.

4. Die vergleichende Anatomie und Histologie des Zentralnervensystems, welche infolge der verschiedenartigen Entwicklung der einzelnen Teile und Funktionen bei verschiedenen Tieren etc. ungemein viel Licht und Verständnis auf das Ganze wirft.

5. Die Entwicklungsgeschichte.

6. Die experimentelle Methode der sekundären Atrophien und Degenerationen.

7. Das Studium von Abnormitäten des Zentralnervensystems (besonders von einzelnen Agenesien), sowie von pathologischen Fällen überhaupt.

8. Das Studium der verschiedenzeitigen Entwicklung der Markscheiden bei den verschiedenen Fasersystemen (resp. Zellenfasersystemen) des Embryos.

9. Das physiologische Experiment selbst.

Der Zweck dieser Zeilen ist, die trotz aller ihrer tatsächlichen Leistungen immer noch so verkannte Waller-v. Guddensche Degenerations- und Atrophiemethode, wieder einmal zur Sprache zu bringen. Die geringe Beachtung, die sie immer noch bei den Anatomen vom Fach findet, liegt wohl in dem Umstand, dass man sie immer noch nicht richtig versteht und ihre Berechtigung deshalb a priori nicht anerkennen will, „weil sie nicht direkt anatomisch ist". Nun behaupte ich, dass sie durchaus anatomisch ist. Dadurch, dass sie einzelne Elementengruppen an einem ihrer Enden oder in ihrem Verlauf zerstört, bedingt sie den Tod, die Nekrose der ganzen Elemente, und erlaubt auf diese Weise die Verfolgung ihres Zusammenhanges, oft durch ungeheuer verwickelte Gegenden hindurch, wo keine rein anatomische oder histologische Methode diesen Verlauf je hätte entwirren können. In einer früheren Arbeit (hirnanatomische Betrachtungen und Ergebnisse, Archiv für Psychiatrie, Januar 1887) glaube ich den Beweis geliefert zu haben, dass die v. Guddensche Atrophiemethode sich von der Wallerschen sekundären Degeneration nur dadurch unterscheidet, dass nach einem Eingriff beim neugeborenen Tiere die Resorption der Zerfallsprodukte der abgestorbenen Elemententeile, infolge des noch regen embryonalen

Umsatzes, viel vollständiger und rascher vor sich geht, so dass von den Fasern kaum eine Spur und von den Zellen nur winzige Reste mehr übrig bleiben. Ferner wurde von mir festgestellt, dass das Absterben der Zelle, nach Zerstörung der zugehörigen Faser, sowohl beim Erwachsenen als beim Neugeborenen stattfindet. Der Tod des Elementes hängt nur von dem Ort ab, wo die Faser durchtrennt wird. Bei Durchtrennung eines motorischen Nerven in seinem peripheren Verlauf kommt es (bei Verhinderung der Sprossung der Achsenzylinder des zentralen Stumpfes in die Bahn des peripheren durch Dislokation des letzteren) nur zu einem langsamen Siechtum und zu einer Verkleinerung der Zelle und der Fasern des zentralen Stumpfes. Bei Durchtrennung des gleichen Nervs an seiner Austrittsstelle aus der Gehirnbasis sterben sowohl die zentrale Wurzel als alle Ursprungszellen des sogenannten Kernes ab. — Dass bei Zerstörung der Zelle die zugehörige Faser stets rasch zu grunde geht, ist selbstverständlich.

Mayser (Experim. Beitrag zur Kenntnis des Baues des Kaninchenrückenmarks, Archiv für Psychiatrie, Band VII, 1877, pag. 589) hat bereits gezeigt, dass im Rückenmark eines erwachsenen Kaninchens, dem der Ischiadicus gleich nach der Geburt entfernt worden war, im Vorderhorn des Lendenmarkes die grossen Ganglienzellen mit allen ihren Fortsätzen zugrunde gegangen waren, dass aber im Hinterhorn die graue Substanz im ganzen — also das sogenannte Fasernetz — bedeutend verkleinert war, während die kleinen Nervenzellen „ebenso dicht auf der andern Seite . . . der Zahl nach sogar nicht selten vermehrt“ erschienen. Mayser nimmt hierbei mit Recht Anlass, um sich gegen die Deiterssche Ansicht auszusprechen, dass die hinteren Wurzelfasern direkt aus den kleinen „sensiblen“ Nervenzellen des Hinterhorns stammen.

Man erlaube mir hier eine Einschaltung. Manche Personen haben sich schon darüber gewundert, dass viele mühselige Arbeiten, die mit der v. Guddenschen Atrophiemethode im Laboratorium der Münchener Irrenanstalt gemacht wurden, nie veröffentlicht worden sind. Wir haben dort gemeinsam mit v. Gudden gearbeitet, besonders Kollega Mayser, Kollega Ganser und ich, und unsere Gedanken ausgetauscht. Wir wollten die Veröffentlichung der Resultate seiner Methode v. Gudden überlassen. Er aber schrieb nicht leicht und nicht gern, und so blieb das Werk fragmentarisch, bis das tragische Ende v. Guddens ihn an seinem Vorhaben hinderte. Ein grosses Verdienst Professor Grasheys war es, die bereits veröffentlichten, sowie einige nahezu druckfertigen, von v. Gudden hinterlassenen Abhandlungen 1889 im Verlag von Bergmann in Wiesbaden als Prachtwerk mit den Tafeln zu veröffentlichen. Nichtsdestoweniger sind die

Resultate bedeutender Arbeitsleistungen der Assistenten v. Guddens und v. Guddens selbst seither unbenutzt im Laboratorium zu München liegen geblieben und verlieren durch die Zeit immer mehr ihren Zusammenhang in den Köpfen, die sich damals damit befassten. Mit Zustimmung meiner ehemaligen Mitarbeiter Dr. Mayser, zurzeit Direktor der Irrenanstalt Hildburghausen, und Dr. S. Ganser, zurzeit Oberarzt der Irrenabteilung des Stadtkrankenhauses zu Dresden, will ich hier nun zur Illustration der v. Gudden schen Methode aus unsern damaligen Arbeiten und Ansichten einiges wenige mitteilen und dabei das Mein und Dein, so gut es noch angeht, scheiden.

v. Gudden hatte zuerst den *nervus facialis* aus den Canalis Fallopiae beim neugeborenen Kaninchen ausgezogen und dadurch, entgegen allen früheren Beobachtungen, schon im Jahre 1868 eine Atrophie des *Facialis*kernes erzielt, die er uns in seinen Vorlesungen zu Zürich makroskopisch an einer Einsenkung der Basis der Oblongata in der Gegend des Kernes auf der Operationsseite demonstrierte. Ebenso hatte er den Ischiadicus des Kaninchens ausgerissen. Erst später wurde das Gehirn mit dem atrophischen Facialis von Dr. Mayser geschnitten und zeigten sich alle Zellen des betreffenden Kernes verschwunden, resp. in winzigen, kaum mehr sichtbaren Schrumpfungsresiduen umgewandelt. Auffallenderweise blieb v. Gudden im Glauben, es sei dies eine Eigentümlichkeit einzelner Nerven, während ich ihm wiederholt meine Ueberzeugung aussprach, es müsse ein allgemeines Gesetz für alle motorischen Nerven sein, dass ihre zentralen Ursprungszellen zu grunde gehen, wenn man sie beim Neugeborenen von der Hirnbasis (resp. vom Rückenmark) abtrennt. Damals glaubte ich noch mit v. Gudden, die Sache hänge mit dem Alter des Tieres zusammen; doch kamen uns später Zweifel darüber, und ich habe (loc. cit.) dann den Nachweis geliefert, dass der völlige Tod der Zelle nicht vom Alter des Tieres, sondern vom Ort der Durchschneidung des Nerven allein abhängt; offenbar üben die Schwann schen Scheiden der peripheren Nerven einen lebenserhaltenden Einfluss auf das Nervenelement aus. Im Jahre 1877 benutzte ich die Erlaubnis, die v. Gudden mir während eines Urlaubes erteilt hatte, junge Kaninchen nach Belieben zu operieren, um einen Plan, den ich ersonnen hatte, auszuführen, nämlich die Augenmuskelnerven von der Orbita aus auszuziehen, um ihre Kerne zur Atrophie zu bringen. Es gelang mir, die Sache, nach Enucleation des Auges, viel leichter als ich geglaubt hatte, und wir überraschten v. Gudden bei seiner Rückkehr mit jungen Kaninchen, deren Oculomotorius, Trochlearis und Abducens auf der einen Seite entfernt waren. Seither wurde die Operation in München oft wiederholt und v. Gudden

überzeugte sich selbst von der allgemeinen Gültigkeit des eben angedeuteten Gesetzes.

Es ist aber klar, dass wir auf der andern Seite alle nicht dafür blind waren, dass das Verhältnis bei den sensiblen Nerven ein anderes ist, wie dies aus dem obigen Zitat der Arbeit M a y s e r s klar genug hervorgeht. — Aber wir waren so sehr von dem Katechismus des Fasernetzes imprägniert, dass wir uns davon nicht frei zu machen im stande waren. Wir suchten alle, wenn auch natürlich immer vergebens, nach nicht vorhandenen Anastomosen der Protoplasmafortsätze der Ganglienzellen und glaubten, dass die Einschaltung eines Fasernetzes zwischen die sensiblen Wurzelfasern und die kleinen Zellen der sensiblen Kerne die Atrophie der kleinen Zellen hindere, so misslich und unwahrscheinlich auch diese Ansicht klang.

Erst die Arbeit G o l g i s: „Recherches sur l'histologie des centres nerveux", in: „Archives italiennes de Biologie", Vol. III und IV, 1883, öffnete mir die Augen. G o l g i wies überzeugend nach, dass die Protoplasmafortsätze der Ganglienzellen blind endigen. Somit war das von uns stets gewähnte Fasernetz eben ein Wahn und nun erklärte sich einfach die Nichtatrophie der kleinen Zellen der sensiblen Kerne durch das Fehlen eines faktischen Zusammenhanges mit der Faser. Zwar wollte G o l g i — so stark ist eben doch die Macht der Vorurteile im Menschen — ein Fasernetz jetzt aus den Verästelungen der Faserendigungen und der Nervenfortsätze der Zellen dargestellt haben. Doch abgesehen von den Bedenken, welche mir die bezüglichen Bilder G o l g i s einflössten, abgesehen davon, dass es uns im hiesigen Laboratorium nie gelang, das Fasernetz G o l g i s darzustellen, während seine andern Angaben stimmten, kam es mir nun immer wahrscheinlicher vor, dass, wenn die einen Fortsätze frei endigen, die andern es auch tun müssen.

So kam ich dazu (loc. cit.), eine Anschauung zu entwickeln, nach welcher keine Elemente des Zentralnervensystems Anastomosen untereinander eingehen, jede Nervenfaser nur der verlängerte Fortsatz einer Ganglienzelle ist und ihre verzweigten Endigungen und Seitenäste nur durch Kontiguität Reize von der Zelle zu irgend einer andern Lokalität (andere Zelle etc.) übertragen, oder umgekehrt.

Ganz unabhängig und durch die Beobachtung des Wachstums der Wurzelfasern aus den Zellen der Vorderhörner und der Spinalganglien kam H i s („Zur Geschichte des menschlichen Rückenmarks und der Nervenwurzeln", Oktober 1886) zu einer Anschauung, die mit der meinigen vollständig übereinstimmt. H i s gebührt die Priorität, da seine Arbeit vier Monate vor der meinigen erschienen ist. Ich hatte jedoch meine Arbeit bereits im August 1886 dem Archiv für Psychiatrie eingesandt und als ich H i s ' Arbeit erhielt, war meine schon gedruckt.

Ich erwähne dies nicht im Sinne einer müssigen Prioritätserörterung, sondern weil es mir für die Wahrheit der Sache von grossem Wert erscheint, dass vollständig unabhängig und auf vollständig verschiedenem Wege das gleiche Resultat erzielt wird.

Unsere Ansicht hat aber seither bedeutungsvolle weitere Bestätigungen erfahren. v. Monakow hatte schon vorher in seinen sehr interessanten Studien über die Opticuscentren etc. im Archiv für Psychiatrie auf eklatante Weise gezeigt, wie die Zellen des *Corpus geniculatum externum* nach Exstirpation der Augen durch Schwund der Verästelungen der Opticusfasern sich dicht aneinanderdrängen, während sie nach Wegnahme der Sehsphäre der Hirnrinde atrophisch zu grunde gehen. Er hat auch in seinen späteren Arbeiten unsere Ansicht wiederholt bestätigt gefunden. Ramon-y-Cajal und v. Kölliker ist es endlich in neuerer Zeit in glänzender Weise gelungen, die Endbäumchen der Nervenfasern mit einer verbesserten Golgischen Methode wirklich darzustellen. Herr Geheimrat v. Kölliker hatte die Freundlichkeit, mir seine prachtvollen Präparate zu demonstrieren, welche die Ramon-y-Cajalschen weitaus an Schönheit und Klarheit übertreffen.

Es waren aber auch gewiss drei Methoden nicht zu viel, um eine so wichtige Tatsache festzustellen. Die durch Ramon und Kölliker festgestellte Tatsache, dass die sensiblen Fasern nach ihrem Eintritt in das Rückenmark sich teilen, und dass ihre Teiläste erst nach kürzerem oder längerem longitudinalen Verlauf collaterale Aeste abgeben, die in die Substantia gelatinosa etc. eindringen und dort zwischen den kleinen Zellen in Form von Endbäumchen endigen, steht durchaus mit den v. Guddenschen Atrophiebefunden in Einklang.

Demgegenüber sucht neuerdings Golgi (Anatomischer Anzeiger, 1890) sein Anastomosennetz zu verteidigen, obwohl er nichts Tatsächliches seinen früheren Angaben hinzuzufügen hat und obwohl niemand ausser ihm dasselbe mit der Golgischen Methode selbst gesehen hat. Man sieht freilich äusserst feine und weitmaschig erscheinende Verästelungen des Nervenfortsatzes; daraus aber auf ein anastomosierendes Netz zu schliessen, erlauben die Bilder daraus nicht. Golgi sucht die Degenerationsmethode zu bemäkeln und meint, dass eine Faser nach dem Tod der zugehörigen Zelle durch collaterale Anastomosen aus andern Zellen am Leben erhalten bleiben könne. Das ist aber tatsächlich nicht der Fall; die konsequenten, konstanten Resultate der Waller-v. Guddenschen Methode beweisen klar, dass der Tod der Zelle immer den Tod der zugehörigen Faser zur Folge hat. Freilich darf man dabei nicht, wie es Golgi tut, die Resultate der v. Guddenschen Methode einzig bei Binswanger suchen, der dieselbe offenbar fehlerhaft angewendet hatte; denn er hat selbst später (Neurologisches Central

blatt, 1883, Seite 9) seine frühere Ansicht, auf welche sich Golgi stützt, als irrtümlich korigiert und die Befunde der andern Autoren bestätigt.

Durch die v. Gudden sche Methode erzielt man prinzipiell zwei Arten Resultate, die sich gegenseitig kontrollieren und bestätigen.

Erstens: Man exstirpiert beim jungen Tiere eine Zellengruppe. Beim erwachsenen Tiere beobachtet man nun den Ausfall der Fasern und vor allem ihrer Endverästelungen und stellt damit den Verlauf der betreffenden Faserbahn fest. Auf solche Weise habe ich (loc. cit.) durch Zerstörung des Ganglion Gasseri den Schwund der Faserverästelungen in der Substantia gelatinosa des Tuberculum Rolandi und das dichtere Zusammenrücken der Zellen desselben gezeigt und hat v. Monakow ähnliches (siehe oben) beim Corpus geniculatum externum nachgewiesen (Exstirpation des Auges, das heisst der Ganglienzellenschicht der Retina). So hat v. Gudden zuerst (1872 und 1874) durch Exstierpation der motorischen Zone der Hirnrinde des Hundes bewiesen, dass die Pyramidenbahn direkt von der Hirnrinde in das Rückenmark verläuft, und wir waren nie im stande, infolgedessen eine Zellenatrophie im Rückenmark zu finden.

Zweitens: Man durchschneidet oder exstirpiert ein Fasersystem, eine Nervenwurzel, und man studiert beim erwachsenen Tiere den Ausfall der entsprechenden Zellen. Besonders dieser zweite Modus ist reich an Ergebnissen und überraschenden Lösungen von scheinbar unlösbaren gordischen Knoten. So sind die Ursprungszellenmassen (Kerne) fast aller motorischen Hirnnerven mit grosser Sicherheit festgestellt worden (siehe z. B. die Kerne der Augenmuskelnerven in v. Guddens hinterlassenen Abhandlungen). So hat Ganser nach Exstirpation des Tractus opticus die Atrophie der Ganglienzellen der Retina festgestellt, v. Monakow die Atrophie der grossen Pyramidenzellen der motorischen Zone der Hirnrinde nach Lädierungen der Pyramidenbahn gefunden. Ich habe mit Onufrowicz durch die v. Gudden sche Methode (Neurologisches Centralblatt von Mendel, 1885, Nr. 5 und 9; Archiv für Psychiatrie, XVI, 3) die bis dahin ganz verworrenen Ansichten über den Ursprung des *Acusticus* wesentlich aufgeklärt; die Meynert schen Kerne erwiesen sich fast alle als irrig; der sogenannte vordere Kern erwies sich als das Homologon des *Ganglionspinale* für den *Nervus cochleae*, dessen Fasern (zentraler Ast aus den Zellen des Ganglions und wohl noch andere eigene Fasern) in das *Tuberculum acusticum verlaufen* etc.

Es sind noch durch Lädierungen verschiedener Teile des Zentralnervensystems eine grosse Zahl interessanter Tatsachen zu tage gefördert worden; ich erinnere an die Verhältnisse des Corpus mammillare (v. Gudden), des Ganglion interpedunculare (v. Gudden), der

Kerne des Thalamus opticus (v. Gudden und v. Monakow), der Schleifenschicht in ihrem Verhältnis zum Kern des *Funiculus gracilis* (Spitzka, v. Monakow und Vejas) etc.

Wir müssen aber hier auch die Unsicherheiten und Schwierigkeiten der Methode erwähnen. Man hat dieselben missverstanden und übertrieben; auf ihre tatsächliche Bedeutung zurückgeführt, brauchen sie das Licht nicht zu scheuen.

Erstens lädiert man gar oft, besonders bei zentralen Lädierungen, mehr oder weniger als man will. Dadurch treten Atrophien ein, die oft nicht durch die beabsichtigte Exstirpation, sondern durch die Lädierung anderer Faser- oder Zellengruppen bedingt sind. Dieses ist vielfach absolut nicht zu vermeiden, nämlich da, wo verschiedenwertige Zellengruppen und Fasern örtlich gemischt sind, d. h. ineinandergreifen. Dennoch kann man relative Schlüsse ziehen. Es können dann andere, variirte Experimente (vor allem vom anderen Ende des Elementensystems aus) helfen und zur Kontrolle dienen. In solchen Fällen ist es aber vor allem nötig, die gewonnenen Resultate mit den Ergebnissen anderer Methoden (siehe oben) zu vergleichen.

Zweitens kann eine schlecht heilende Wunde Eiterungen im Gehirn oder Hydrocephalus und dergl. zur Folge haben. Solche Fälle sind natürlich meistens auszuschliessen.

Drittens gibt es Verschiebungen der Hirnteile infolge nachträglicher Ausfüllung der Exstirpationslücke durch Nachbarteile, worauf v. Gudden viel Gewicht gelegt hat. Doch wird man bei sorgfältiger Untersuchung lückenloser Schnittserien die Asymmetrie durch Verschiebung von der Atrophie zu unterscheiden wissen.

Viertens gibt es partielle Atrophien, die nicht immer leicht zu erklären sind. Solche können wohl aus folgenden Gründen entstehen:

a) Unvollständige Exstirpation des Teiles (nicht aller Elemente). Das sieht man gewöhnlich leicht;

b) Durchschneidung einer von ihrer Zelle sehr entfernten Faser, so, dass die Zelle nicht ganz abstirbt, sondern nur kleiner oder marantisch wird. Diesen Fall habe ich (loc. cit.) für periphere Nerven nachgewiesen. Er dürfte aber auch im Zentralnervensystem da vorkommen, wo die Faser nur den grössten Ast des Nervenfortsatzes der Ganglienzelle darstellt, die daneben bald mehr, bald weniger mächtige Seitenäste abgibt. So dürfte sich z. B. die in unserem Laboratorium des Burghölzli von Kollega Laufer und mir gefundene partielle Atrophie der Zellen des Roten Kernes der Haube des Kaninchens nach Durchschneidung des Bindearmes (crus cerebelli ad. corpus quadrigemina) erklären, welche im Tagblatt der deutschen Naturforscherversammlung zu Salzburg 1881, Seite 185, kurz erwähnt worden ist.

Ja, es kann vorkommen, wie Ramon-y-Cajal und v. Kölliker gezeigt haben, dass eine Faser sich in zwei ziemlich gleichwertige Aeste teilt, und dann wird die Atrophie nach Exstirpation eines Astes notwendig partiell. Aehnlich verhält es sich bei den beiden Teilästen der Zellen des Spinalganglions. Vejas (v. Gudden) hat gezeigt, dass nach Durchschneidung des peripheren Astes die Zellen zu grunde gehen; es ist auch der Hauptast, der normaliter die Reize empfängt und Schwann sche Scheiden hat. Bei Exstirpation des zentralen Astes bleiben die Zellen jedoch am Leben, was Vejas und v. Gudden zu der irrigen Ansicht führte, dass dieser Ast nicht mit den Zellen des Ganglions zusammenhänge und ein unabhängiges Fasersystem bilde. v. Gudden fand sogar bei einem anencephalen Kalb das Ganglion Gasseri mit den peripheren Faserästen seiner Ganglienzellen allein vorhanden, was ihn in seiner irrigen Ansicht bestärkte;

c) es kann infolge der Zerstörung eines Zellenfasersystems beim neugeborenen Tiere ein anderes, von ihm funktionell abhängiges Zellenfasersystem in seiner Entwicklung gehemmt werden. Darauf hat v. Monakow besonders hingewiesen und, ich glaube mit Recht, die partielle Atrophie des Tractus opticus nach Exstirpation der Sehsphäre der Hirnrinde des Neugeborenen auf solche Weise erklärt, indem bei Lädierung der Sehsphäre des Erwachsenen diese Atrophie nach seiner Erfahrung nicht erfolgt. v. Guddens Erklärung dieser Atrophie durch hydrocephalischen Druck ist unhaltbar; in dem Fall, wo er dieselbe beim Neugeborenen nicht erfolgen sah, war die Erhaltung eines Teiles der Sehsphäre nicht ausgeschlossen.

Fünftens gibt es Autoren, welche aus unvollständigen Experimenten und Objekten übereilte und zu weitgehende Schlüsse ziehen. Daran leiden aber alle Untersuchungsmethoden des Zentralnervensystems, nicht nur die Waller-v. Guddensche Methode. Die Schuld des Autors darf nicht der Methode vorgeworfen werden.

Soll man nun der erwähnten Unvollkommenheiten halber eine Untersuchungsmethode in der Anatomie ausser acht lassen, welche bereits so Bedeutendes geleistet hat, welche oft so klare und elegante Resultate da liefert, wo sonst nur nebelhafte Unklarheit herrschte, und welche die Lösung macher Probleme ganz allein zu geben im stande ist? Allerdings erfordern die v. Guddenschen Experimente viel Zeit, viel Geduld und viel Arbeit, und dieses mag manche verdriessen, sowie von einer ernstlichen Nachprüfung der Resultate abhalten.

Zum Gegenstand eines Beispiels der Resultate der v. Guddenschen Methode will ich nun einige periphere Nerven machen.

I. Der im caudalen Teil der Oblongata, dicht ventralwärts vom Zentralkanal und von der Rautengrube gelegene Kern des Nervus

hypoglossus ist zwar durch die gewöhnliche anatomische Methode von Stilling ziemlich sicher festgestellt worden; doch werden wir gleich sehen, dass auch hier v. Guddens Methode Klarheit bringt.

Der Nervus hypoglossus wurde im Münchener Laboratorium mehrmals durch die Herren Kollegen Ganser und Mayser, sowie auch durch v. Gudden beim Kaninchen mit Erfolg exstirpiert. Das Resultat einer solchen Exstirpation ist auf Figur 1 dargestellt. Die betreffende Schnittreihe wurde von Kollega Dr. Ganser angefertigt. Die Schnitte sind von vollendetster Schönheit, sowohl bezüglich Integrität als bezüglich Karmintinction und Feinheit.

Ich habe jede Zelle mit der Camera lucida direkt gezeichnet. Man sieht beiderseits dorsalwärts die normalen, gleichmässig entwickelten Vaguskerne mit ihren mittelgrossen, etwas spindelförmigen Ganglienzellen. Rechts ist der vollständig normale Hypoglossuskern mit seinen schönen grossen Ganglienzellen, darunter sind auch einige mittelgrosse Zellen zu sehen. Zwischen den Zellengruppen liegen gewundene entbündelte Hypoglossusfasern. Ventralwärts sieht man die in den Kern eintretende, in einzelnen Faszikeln geteilte Hypoglossuswurzel. Im ventralsten Teil des Kernes, der eine Bucht bildet, finden sich zahlreiche sehr kleine Ganglienzellen, welche Roller als kleinzelligen Hypoglossuskern beschrieben hat. (Archiv für mikroskopische Anatomie, Band XIX, Tafel XIX und XX, 1881).

Betrachten wir nun die linke (operierte) Seite, so sehen wir sofort, dass das Areal des Hypoglossuskernes um vielleicht zwei Drittel verkleinert ist und dass das übrig bleibende Drittel weder grosse noch mittlere Zellen, noch Hypoglossusfasern mehr enthält. Alles ist weggezaubert mit Ausnahme des wohlerhaltenen zierlichen kleinzelligen Kernes der ventralen Bucht. Somit haben diese kleinen Zellen mit dem Nervus hypoglossus keinen direkten Zusammenhang, und beruhte die Entdeckung Rollers auf Irrtum. Aber auch noch eins ist zu sehen, nämlich, dass keine Hypoglossusfasern sich kreuzen, wie es auch behauptet wurde. — Wäre dies der Fall, so würde man in einem oder dem andern Schnitt auf der linken Seite eine erhaltene Zellengruppe und über die Mittellinie dahin ziehende Fasern sehen, wie dies beim Oculomotorius zu sehen ist, der sich partiell kreuzt. Trotz ihres losen, gewundenen, weit abschweifenden Verlaufes, der manche Autoren irre geführt hat, gelangen somit schliesslich alle Wurzelfasern des Hypoglossus in eine der grossen oder mittelgrossen Ganglienzellen des von Stilling beschriebenen Kernes der gleichen Seite. Dieses beweist unwiderleglich die Atrophie, denn nirgend ist eine andere atrophische Gruppe von Zellen zu entdecken, und die Atrophie aller motorischen Nerven zeigt, dass ihre Ursprungszellen stets in Nestern zusammenliegen.

Freilich sehen wir noch links bei y eine ziemlich grosse Ganglienzelle. Doch sind die Areale der Zellen nie absolut abgesondert, und dieselbe gehört wohl zweifellos zu den zerstreuten Ganglienzellen, die wir überall in der Oblongata antreffen, und von denen zwei auch ventralwärts von den Hypoglossuskernen im Gebiet der fortgesetzten Vorderstränge abgebildet sind.

Die Karmintinction des äusserst dünnen Schnittes ist so vorzüglich, dass auch die feinsten Faserkategorien mit Achsenzylinder und Markscheide, sowie die kleinsten Zellen sehr scharf zu sehen sind.

Herrn Kollega Ganser bin ich für die freundliche Erlaubnis der Benutzung dieser Präparate, die er besser erläutert hätte als ich, sehr zu Dank verpflichtet.

P. D. Koch in Kopenhagen (Untersuchung über den Ursprung und die Verbindungen des Nervus hypoglossus etc. Archiv für mikroskopische Anatomie, Band XXXI, 1888, Seite 54) behauptet nun auf Grund embryologischer und vergleichend anatomischer Studien folgendes:

1. Eine Verbindung zwischen dem Nervus hypoglossus und der Olive existiert nicht.

2. Stillings Kern ist, jedenfalls beim Menschen, der eigentliche und wichtigste Kern; neben ihm findet sich aber in der Regel ein accessorischer Kern ventral von demselben. Dieser spielt bei Vögeln vielleicht die Hauptrolle.

3. Eine Kreuzung der Wurzelfasern oder von Teilen solcher peripher vom Kern findet nicht statt.

4. Ein System von Längsfasern (Fibrae propriae nuclei) verbindet die einzelnen Teile des Hypoglossuskernes untereinander, ein System von Querfasern (Fibrae commissurales nuclei) vermittelt die Verbindung mit dem Kern der andern Seite.

5. Die Fasern, welche vom Kern nach den Zentralorganen gehen, begleiten die Kranzfasern (als ein Teil derselben) in die Raphe hinein und treten nach Kreuzung hier auf die andere Seite dorsal von den Pyramidenbahnen über.

6. Als zweifelhaft muss ich noch eine Verbindung mit dem Kern des Seitenstranges und dem Vaguskern, sowie mit dem hintern Längsbündel hinstellen.

Vergleichen wir diese Resultate mit den unsrigen, so sehen wir, zu wie viel präziseren Resultaten die v. Guddensche Methode führt.

Nr. 1 ist eigentlich selbstverständlich und durch die v. Guddensche Methode schon längst erwiesen worden, indem die Olive nach Wegnahme des Hypoglossus gar nicht, nach Wegnahme der entgegen-

gesetzten Kleinhirnhemisphäre dagegen vollständig atrophiert. (Vergl. Vejas: Verbindungsbahnen des Kleinhirns, Archiv für Psychiatrie, 1885, Band XVI, Tafel III, Fig. 3.)

Zu Nr. 2 ist zu bemerken, dass selbst die Embryologie und die vergleichende Anatomie nicht im stande waren, festzustellen, dass der kleinzellige Kern nicht zum Hypoglossus gehört.

Nr. 4 ist zweifellos unrichtig. Koch hat umgebogene und weitschweifig verlaufende Wurzelfasern für Verbindungsfasern gehalten.

Nr. 5 mag richtig sein, bleibt aber so lange unerwiesen, als man nicht, durch Exstirpation des corticalen Zungenzentrums, den Pyramidenanteil, der wohl ohne Zweifel im Hypoglossuskern verästelt endigt, auf der einen Seite zur Atrophie gebracht haben wird. Durch das von uns erwähnte Experiment werden die Pyramidenfasern zum Hypoglossuskern nicht zur Atrophie gebracht.

Nr. 6 ist nicht zweifelhaft, sondern absolut sicher unrichtig! Weder im Vaguskern, noch im Seitenstrangkern gibt es Zellenatrophien nach Hypoglossusexstirpation.

II. *Vagus und Glossopharyngeus.* Diese Nerven sind sehr schwer, ja fast unmöglich voneinander und vom Accessorius gänzlich zu trennen. Bekanntlich haben sie darum, und weil sie ausserdem motorische und sensible Fasern enthalten, v. Lenhossek und Deiters „seitliches gemischtes System" genannt. Wichtiger als eine Trennung des einzelnen Nerven vom andern im Sinne der Anatomen erscheint mir, wie den eben erwähnten Autoren, die Trennung ihrer sensiblen von ihrer motorischen Wurzel. Eine völlig isolierte Exstirpation eines dieser Nerven ist nicht durchführbar, aber es ist auch nicht von fundamentaler Bedeutung, ob dieses oder jenes motorische Aestchen solcher plexusartig zusammenhängender Nerven zum Vagus oder zum Accessorius gerechnet wird, wenn wir feststellen können, dass ihre motorischen Fasern aus einer oder zwei bestimmten zentralen Zellensäulen entspringen und dass ihre sensiblen Fasern in eine gemeinsame Masse gelatinöser Substanz sich verzweigen und endigen.

Im Jahre 1876 oder 1877 machte ich in München den Versuch, bei einer Katze den Nervus vagus zu exstirpieren. Die Operation gelang, aber der Sympaticus war mit entfernt. Interessant war zu beobachten, wie das Tier beim Schnurren infolge der Recurrenslähmung Erstickungsanfälle bekam und dennoch instinktiv immer wieder zu schnurren begann; das Schnurren selbst erfolgte nur mühselig und skandierend. Diese Operation wurde auch wiederholt von v. Gudden und seinen andern Assistenten bei Kaninchen vorgenommen, wobei die getrennte Entfernung der einzelnen Nerven des seitlichen gemischten Systems immer wieder versucht wurde. Für mich war es stets klar, dass die sogenannte

gemeinsame aufsteigende Wurzel des seitlichen gemischten Systems (sogenanntes Respirationsbündel oder Solitärbündel der Oblongata) nichts anderes ist als die gemeinsame *sensible* Wurzel der drei Nerven, und ich habe dieses konsequent 1880—1886 in meinen Vorlesungen über Gehirnanatomie an der hiesigen Universität vorgetragen. Diese Ansicht gründet sich auf den aufsteigenden Verlauf der betreffenden Wurzel und auf die sie umgebende gelatinöse Substanz. Daraus folgt, dass sie hauptsächlich Glossopharyngeuswurzel sein muss, was auch meistens angenommen wurde.

Herr Kollega Dr. Mayser hat noch später, als er in der hiesigen Anstalt Arzt war (1883—1885) die Nervi vagus und glossopharyngeus bei einigen neugeborenen Meerschweinchen operiert und die Oblongata derselben geschnitten. Die Präparate liegen zum Teil in der hiesigen Sammlung und mit Erlaubnis von Kollega Mayser habe ich eins derselben (Fig. 2) abgebildet. Kollega Mayser schreibt mir hierüber folgendes:

„Bei zwei der Meerschweinchen war es meine Absicht gewesen, den Nervus vagus mit dem Ganglion auszureissen. Es ist mir, soviel ich mich erinnere, dies nie gelungen, wenigstens erinnere ich mich nicht, bei einem meiner Versuche das Ganglion selbst mit Sicherheit gesehen zu haben. Um zu meinem Ziele zu kommen, schnitt ich auf und in der Richtung des horizontalen Unterkieferastes ein, fasste den Vagus oberhalb der Bifurcation der Carotis, wickelte ihn um die Pinzette und zog ihn aus. Da er im Verlaufe des Stammes, also unterhalb des Ganglions, riss, so suchte ich mit der Pinzette in der Wunde nach dem zentralen Wurzelende, um neuerdings daran zu ziehen. Vermutlich habe ich auch den Glossopharyngeus bei diesem Nachsuchen mit ausgerissen, einmal zweifellos den Hypoglossus etwas gerupft. Der Sympathicus blieb beide Male unversehrt. Beim Ausreissen des Vagus zuckte eine kurze Krampfwelle durch das Tier. In späterer Zeit erwiesen sich dieselben beim Schreien heiser (recurrens). Der zentrale Vaguskern, das „Respirationsbündel", sowie ein oberer, mehr lateralwärts gelegener, gleichfalls kleinzelliger Kern (x in Fig. 6 und VI), waren atrophisch (Kern x allerdings nur teilweise). Die Gelatinosa im Umkreise des Respirationsbündels war etwas dichter, gedrängter, mit Karmin röter. Der Nucleus ambiguus (vorderer Vaguskern von Meynert, Nucleus lateralis medius von Roller) war beiderseits normal."

„Im Herbst 1885 bestritt ich auf Grund dieser Tatsachen v. Gudden gegenüber die Zugehörigkeit des Nucleus ambiguus zum Nervus vagus; indes zeigte mir v. Gudden damals ein Präparat vom Kaninchen oder von der Katze, wo nach Ausreissung des Vagus der Nucleus ambiguus auf der gleichen Seite allerdings degeneriert war."

Herr Dr. Dees (früher im Laboratorium v. Guddens, später Assistenzarzt bei mir im Burghölzli), der bei v. Gudden eine Arbeit über den Accessoriusursprung gemacht hatte (Zeitschrift für Psychiatrie, Band XLIII, 1887), welche er als Dissertation benutzte, hat später (1889, Archiv für Psychiatrie, Band 20, Tafel I) die Vagusdurchschneidung beim Kaninchen vorgenommen, angeblich ohne den Glossopharyngeus, den Ramus auricularis und den Laringeus superior des Vagus zu lädieren. Er will nun eine vollständige Atrophie des motorischen Vaguskernes und des Nucleus ambiguus, sowie eine partielle Atrophie der aufsteigenden Wurzel gefunden haben.

In dieser Arbeit erwähnt er nichts von den Befunden v. Guddens, die ihm bekannt waren, sondern erst in einem Nachtrag im Neurologischen Centralblatt. Seine Figuren sind ausserdem sehr unklar. Er äussert die gleichen Ansichten, die ich bereits erwähnt habe, betont aber ausserdem und besonders die Atrophie des Nucleus ambiguus, die mir trotzdem noch nicht sicher zu sein scheint, indem sie in Maysers Präparaten nicht vorhanden ist. Bei dieser Gelegenheit erwähne ich, dass, abgesehen von Operationsfehlern, Bildungsanomalien irreführen können. So hat v. Monakow bei einer Katze mit exstirpierten motorischen Rindenzentren und atrophischer Pyramidenbahn einen Schwund der Ganglienzellen des *Prozessus reticularis* des Cervicalmarks der andern Seite gefunden, den er für die Folge der Operation hielt. Doch zeigte sich, dass dieser Befund auf Zufall beruhte und sich in andern Fällen nicht fand. Wenn eine sekundäre Atrophie von Ganglienzellen erfolgt, findet man nach meiner Erfahrung stets an ihrer Stelle kleine, allerdings oft nur sehr kleine Schrumpfungsresiduen, welche den Platz markieren. Es dürfte dieses in zweifelhaften Fällen zur Entscheidung helfen.

Die Figuren 2 bis 6 geben die Erläuterung des Befundes bei den von Kollega Mayser operierten Meerschweinchen. Man wolle gefl. die Tafelerklärung lesen, auf welche ich der Kürze halber verweise. In Fig. 2 habe ich wie in Fig. 1 die Zellen genau mit der Camera lucida gezeichnet (mit Ausnahme derjenigen des sensiblen Kernes, welche dazu zu klein waren). In dem betreffenden Präparat ist der Hypoglossuskern nicht atrophisch. Man sieht dagegen rechts (Operationsseite) die totale Atrophie der Wurzelfasern und der Zellen des motorischen Kernes des frontalen Teiles des seitlich gemischten Systems (hauptsächlich Vaguskern). Ich sage des frontalen Teiles, weil das caudale Ende dieser Zellensäule bereits dem Accessorius vagi angehört, während der Accessorius spinalis aus der weiter ventral- und lateralwärts gelegenen Fortsetzung des Vorderhorns entspringt (v. Gudden, bei Dees).

Bei „*mot. Kern r.*“ sieht man die Schrumpfungsresiduen der Zellen des links so mächtigen motorischen Kernes (sehr kleine Spinnen-

zellen). Man sieht ferner links bei „*Sens. W. l.*" die quergeschnittenen feinen Faserbündel der sensiblen aufsteigenden Wurzel des seitlich gemischten Systems, welche hauptsächlich Glossopharyngeuswurzel ist. Um dieselbe herum bei „*Sens. Kern l.*" sieht man die Substantia gelatinosa mit ihren kleinen Zellen, welche diese Wurzel ihrer ganzen Länge nach genau so begleitet, wie die Substantia gelatinosa Rolandi die sensible Trigeminuswurzel begleitet; nur liegt sie beim seitlichen gemischten System um die Wurzel herum, während sie beim Trigeminus umgekehrt von der Wurzel umfasst wird. Typisch ist die Atrophie der sensiblen Wurzel rechts: die Wurzel selbst ist vollständig verschwunden. Dagegen liegen die Zellen der *Substantia gelatinosa* dichter aneinander, in einem kleineren Areal zusammengedrängt, genau wie beim atrophischen sensiblen Trigeminus. Diese Tatsache ist nun nach meiner Ansicht massgebend, um diese Wurzel mit voller Bestimmtheit für sensibel zu erklären. Ich betone noch, dass diese Ergebnisse Herrn Dr. Mayser bereits 1884 und 1885 bekannt waren, der sie mir auch damals zeigte.

Die Figuren 3 bis 6 verdanke ich der Freundlichkeit von Kollega Mayser, der sie schon seit langer Zeit angefertigt hatte. Sie illustrieren bei schwacher Vergrösserung die Resultate der Vagus-Glossopharyngeusausreissung bei einem Meerschweinchen, bei welchem jedoch der Hypoglossus etwas mitlädiert wurde. In den Figuren III bis VI hat Kollega Mayser entsprechende Schnitte des normalen (nicht operierten) Meerschweinchens zur Vergleichung gezeichnet. Den nicht atrophischen Nucleus ambiguus sieht man in den Figuren 5 und 6 links. Herr Dr. Mayser erwähnt die partielle Atrophie des kleinzelligen Kernes bei x in der Fig. 6. Ich finde dieselbe auf den Präparaten, die im hiesigen Laboratorium liegen, nicht deutlich genug ausgeprägt, um damit etwas anfangen zu können; jedenfalls sollte sie Gegenstand späterer Versuche werden. Ebenso verhält es sich mit dem Nucleus ambiguus. Die von v. Gudden und Dees angegebene Atrophie kann auf Zufall beruhen, was bei diesem kleinen, unbeständigen Kern nicht gar unwahrscheinlich wäre. Es kann aber auch sein, dass bei den betreffenden Tieren etwas exstirpiert worden ist, das bei Maysers Meerschweinchen nicht exstirpiert worden war. Spätere Versuche werden darüber Klarheit verschaffen.

Was aber feststeht, ist:

1. Die sensiblen Fasern des seitlichen gemischten Systems (hauptsächlich Glossopharyngeus) stammen aus dem sogenannten „Solitärbündel" oder „Respirationsbündel" und endigen offenbar zwischen den Zellen der umgebenden Gelatinosa, mit welchen sie natürlich nicht anastomosieren (ihre Ursprungszellen liegen im Ganglion des Glossopharyngeus und Vagus im Sinne v. Ranvier und His).

2. Die motorischen Fasern des Vagus und des Glossopharyngeus stammen aus den Zellen des dorsal (weiter frontalwärts lateral) vom Hypoglossuskern gelegenen Kernes, als Nervenfortsätze seiner mittelgrossen spindelförmigen Zellen.

3. Beide Wurzeln und Kerne befinden sich vollständig auf der gleichen Seite wie der Nerv. Eine Kreuzung findet nicht statt.

Spätere Forschungen können an diesem Hauptergebnis des v. Gudden schen Verfahrens nur wenig ändern — vielleicht den Nucleus ambiguus als Zusatzkern zur motorischen Wurzel und den Mayserschen Kern in x als Endigungsstätte eines Teiles der sensiblen Fasern (?) — ebenfalls auf der gleichen Seite hinzufügen.

Ich bitte, dieses klare Resultat mit den Ergebnissen der rein anatomischen Arbeiten von Meynert, Laura, Duval, Roller etc. vergleichen zu wollen. In den Abhandlungen dieser Autoren findet man bei allem Fleiss einerseits äusserst komplizierte Beschreibungen von Faserverfolgungen, die vielfach auf Irrtum beruhen, sowie die Aufstellung einer viel zu grossen Anzahl Wurzeln, Kerne, Ursprungsstätten der Wurzelfasern, z. B. in den Funiculi cuneati, auf der gekreuzten Seite etc. — andererseits zahlreiche Widersprüche, die von keinem der Forscher in überzeugender Weise gelöst werden können. Es ist die gleiche Geschichte, wie mit den sieben oder neun Wurzeln des Acusticus, welche Meynert gefunden zu haben glaubte, und die wir (loc. cit.) auf zwei (höchstens drei) nebst dem Ganglion acusticum reduziert haben.

Es ist von vornherein nicht anzunehmen, dass ein einfacher motorischer Nerv, wie der Hypoglossus, verschiedene Ursprungsarten seiner Fasern besitze. Was die Hirnanatomen immer irre führt, sind einfach Bilder, wie in den Fig. 1 und 2, wo Wurzelfasern zur Raphe umzubiegen scheinen, oder wo Randfasern der Kernkapsel in das Innere des Kernes eintreten etc. Man vergisst immerwährend, dass die scheinbare Kontinuität von Fasern auf einem Schnitt in der Regel keiner wirklichen histologischen Kontinuität entspricht, dass der Schein nirgend so trügt als bei diesen im Schnitt der Länge nach verlaufenden Fasern, die bei genauerer Prüfung mit guter Färbung und starker Vergrösserung einfach abgeschnitten endigen, und deren scheinbare Fortsetzung andere, in fast gleicher oder ganz gleicher Richtung kurze Zeit verlaufende Fasern sind, die aber in Tat und Wahrheit einen andern Ursprung haben. Trotz allem Schein verläuft keine Hypoglossuswurzelfaser zur Raphe; dieses beweist die vollständige gleichzeitige Atrophie des Kernes. Roller will zwar auf einem Querschnitt 40 Wurzelfasern gegen 100 Zellen gefunden haben und schliesst daraus, dass die Zellen „noch in andern Beziehungen stehen müssen als zu den Wurzeln" — etwa ein trophisches Zentrum (!) darstellen. Wie klar und einfach werden diese

nebelhaften Ansichten durch v. Guddens Verfahren widerlegt. Roller hat unrichtig gezählt; das ist ganz klar. Auf dem Längsschnitt übersieht man viele Fasern. Nur durch Zählung der Wurzelfasern im Querschnitt des ganzen Nerven und der Zellen auf einer lückenlosen Schnittreihe wird sich das Verhältnis auf dem Zählungsweg annähernd feststellen lassen. Ich würde nie fertig werden, wenn ich alle Irrwege, welche die Wurzeln und Kerne der Gehirnnerven im Gehirn der Anatomen gemacht haben, hier diskutieren wollte. Es war dieses auch nicht mein Zweck, denn ich wollte nur mit Beispielen eine allgemeine Ansicht illustrieren, und ich spreche hier wiederholt meinen Kollegen und Freunden Mayser und Ganser meinen herzlichsten Dank für ihre Mitarbeiterschaft aus.

In ganz ähnlicher Weise wie die Waller-v. Guddensche Methode geben uns oft die vergleichende Anatomie (z. B. das Gehirn eines blinden Tieres über die Opticuszentren, siehe Gansers Arbeit über das Maulwurfsgehirn) und pathologische Fälle (z. B. Agenesie des Balkens über den Verlauf der Balkenfasern, siehe die bei mir gemachte Arbeit Wlad. Onufrowicz' über das Gehirn Hofmann) die Lösung gewisser Probleme der Gehirnanatomie.

Es freut mich, diese Betrachtungen Herrn Professor v. Kölliker widmen zu dürfen, der stets das Beispiel der Nüchternheit und der objektiven Genauigkeit in seinen zahllosen Forschungen gegeben hat. Mit seinen jüngsten schönen Arbeiten im Gebiet der sensiblen Wurzeln der Rückenmarksnerven hat er uns wiederum einen Schritt tiefer in die Erkenntnis der Geheimnisse des Zentralnervensystems eingeführt. Es möge seine Art der Forschens viele Nachfolger finden.

Erklärung der Tafel.

Fig. 1.

Gegend des Hypoglossus und des motorischen Vagus- etc. Kerns eines erwachsenen Kaninchens, dem nach der Geburt der linksseitige Nervus hypoglossus ausgerissen worden war. Links sieht man bei Z die Gegend des atrophischen linken Hypoglossuskerns. Y ist eine in dem Areal des atrophischen Hypoglossuskerns vorhandene Ganglienzelle (sporadische Oblongatazelle?).

Fig. 2.

Gegend des Hypoglossuskerns und der Kerne des Vagus und Glossopharyngeus eines erwachsenen Meerschweinchens, dem nach der Geburt die Nervi vagus und glossopharyngeus rechts exstirpiert worden waren.

Centr. c. = Centralcanal.

XII Kern l. = Hypoglossuskern, links.

XII Kern r. = Hypoglossuskern, rechts.

XII W. r. = Hypoglossuswurzel, rechts.
mot. Kern l. = Motorischer Kern des linken frontalen Teiles des seitlichen gemischten Systems.
mot. Kern r. = Der gleiche vollständig atrophische Kern rechts.
Sens. W. l. = Sensible gemeinsame (aufsteigende) Wurzel des linken seitlichen gemischten Systems (sogenanntes Respirations-Bündel).
Sens. Kern l. = Sensibler gemeinsamer Kern (Gelatinosa) des linken seitlichen gemischten Systems.
Sens. Kern r. = Der gleiche Kern auf der atrophischen rechten Seite. Die Wurzel fehlt vollständig. Die Zellen der Gelatinosa liegen infolge der Atrophie der Faserzweige dichter beieinander.
mot. W. l. = Wurzel des motorischen linken frontalen Teiles des seitlichen gemischten Systems.

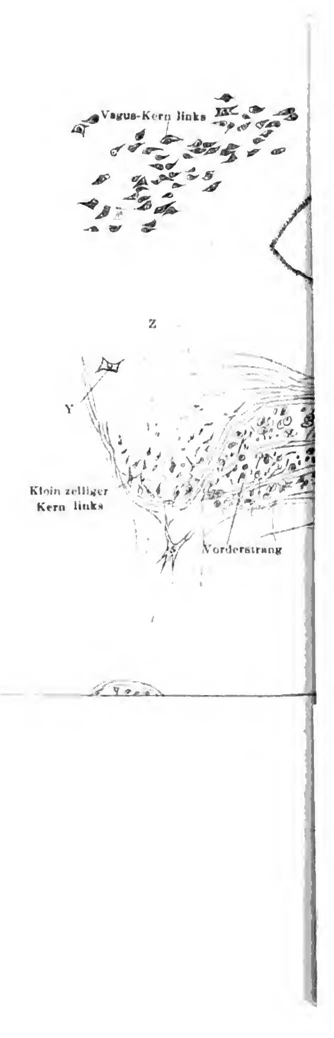
Fig. 3—III bis 6—VI.

(Von Herrn Direktor Dr. Mayser gezeichnet.)

Diese Figuren geben bei schwacher Vergrösserung das Bild des Querschnittes der Oblongata eines der operierten Meerschweinchen des Herrn Direktors Dr. Mayser (leider aus Versehen umgekehrt, so dass die rechte Seite links erscheint) in vier verschiedenen Höhen: Fig. 3 ist am weitesten caudalwärts und Fig. 6 am weitesten frontalwärts gelegen. Die Figuren III bis VI (mit römischen Ziffern) geben stets das ungefähr entsprechende Bild eines Querschnittes des normalen (nicht operierten) Meerschweinchens (Fig. III entspricht der Fig. 3 des operierten etc.). Die Bezeichnungen wurden fast nur auf der Figur der nicht atrophischen Seite des operierten Tieres angebracht. Die partielle Atrophie des Hypoglossus und seines Kerns bei diesem Tiere (siehe Text) ist auf den Fig. 3 und 4 links zu sehen.

Bezeichnungen für die Fig. 3 bis 6.

S. W. A. = Austretende umgebogene sensible Wurzel des seitlichen gemischten Systems (fehlt auf der linken [in Wirklichkeit rechten] Seite der Fig. 5 und 6).
S. W. = Querschnitt derselben Wurzel (weiss gezeichnet). (Fehlt auf der linken Seite der Fig. 3 bis 6).
S. K. = Kern (Gelatinosa) der sensiblen Wurzel des seitlichen gemischten Systems (grau gezeichnet).
m. W. = Motorische Wurzel des frontalen Teiles des seitlichen gemischten Systems. (Fehlt auf der linken Seite der Fig. 3, 4 und 5.)
m. K. = Motorischer Kern des frontalen Teiles des seitlichen gemischten Systems. (Fehlt auf der linken Seite der Fig. 3 bis 6.)
XII K. = Hypoglossuskern.
XII W. = Hypoglossuswurzel.
Amb. = Nucleus ambiguus.
x. = Kleinzelliger lateral- und frontalwärts vom motorischen Kern des seitlichen gemischten Systems gelegener Kern.


Vagus-Kern links
Z
Y
Klein zelliger
Kern links
Vorderstrang

Balkendefekte.

In der Arbeit von W. Onufrowicz: *Das balkenlose Mikrocephalengehirn Hofmann*, Archiv für Psychiatrie, Band XVIII, Heft 2, 1887, habe ich alle Figuren (mit Ausnahme von Fig. 1) selbst gezeichnet und den folgenden Abschnitt (Kritische Erklärung) selbst verfasst.

Kritische Erklärung.

Wenn wir sowohl unseren Fall als die Fälle die bis jetzt beschrieben worden sind und uns zugänglich waren, einer vergleichenden Betrachtung unterziehen, so finden wir zunächst eine Reihe gemeinsamer Merkmale bei *vollständigem Balkenmangel*, wenn diese Anomalie nicht mit Herderkrankungen des Gehirns oder mit bedeutenden Missbildungen (Fall 24 von Bianchi) verbunden ist. Diese gemeinsamen Merkmale sind die folgenden:

1. Es fehlt mit dem Balken das Kommissurensystem des Fornix, die Lyra.

2. Der Gyrus fornicatus ist durch abnorme, radiär verlaufende Sulci in eine Anzahl getrennter Bestandteile zerteilt, so dass es den Anschein hat, als ob er fehle, was vielleicht auch wirklich der Fall ist. Jene Sulci sind mehr oder weniger senkrecht zum fehlenden Balken oder zur Lamina terminalis gestellt.

3. Der Sulcus calloso-marginalis fehlt, mit Ausnahme seines hinteren, aufsteigenden Astes.

4. Die beiden Hälften des Fornix und des Septum pellucidum sind voneinander völlig getrennt und entfernt. Jede Hälfte hat sich zu der entsprechenden Hemisphäre geschlagen. Der Fornix, d. h. sein Längsfasersystem, hat sich teilweise in eine Rinne zurückgezogen, welche der Stelle des fehlenden Balkens seitlich entspricht und ragt als Längsleiste zwischen dem Ende der Hirnrinde (zerteilter Gyrus fornicatus?) und dem Seitenventrikel hervor. Daher ist er sowie das Septum offenbar von manchen Autoren verkannt worden, welche ein Fehlen des Fornix und des Septum angegeben haben (z. B. die Fälle Urguhart, Huppert und Molinverni). Andere Autoren haben zweifellos die vom Fornix gebildete Leiste für einen Rest des Balkens gehalten und haben sich offenbar vorgestellt, die Balkenfasern seien nur in der

Mitte verödet und beiderseits (frei endigend?) erhalten (Fälle U r g u - h a r t und F o e r g). Diese Vorstellung beruht, wie unsere Querschnitte zeigen, auf einem gewaltigen Irrtum. Aber es kann ja auf Grund der Ergebnisse der G u d d e n schen Atrophieexperimente mit Bestimmtheit schon im voraus gesagt werden, dass ein solches Vorkommnis unmöglich ist. Der *eigentliche Balkenmangel* ist keine im späteren Alter acquirierte Krankheit. Wenn aber beim neugeborenen Tiere ein zentrales Nervenfasersystem irgendwo unterbrochen wird, so gehen, soweit bis jetzt bekannt, die durchschnittenen Fasern beiderseits in ihrer ganzen Länge und mit ihren Ursprungszellen zu grunde. Eine Erhaltung der Stumpfen durchschnittener Fasern ist sehr unwahrscheinlich. Wieviel weniger kann es nun bei einer Agenesie des Balkens der Fall sein!

5. Die Ventrikel sind meistens mehr oder weniger erweitert, wenigstens das Hinterhorn. In unserem Falle sind nur die Hinterhörner erweitert.

6. Der Nervus Lancisii ist meistens erhalten und durch den Balkenmangel sogar klarer dargestellt. In unserem Fall ist er offenbar infolge der mangelhaften Härtung grösstenteils zerstört worden.

7. Eine Atrophie der sogenannten Balkentapete wurde nie konstatiert. Es wird im Gegenteil im Fall von P a g e t das Vorhandensein derselben ausdrücklich hervorgehoben, eine Tatsache, die S a n d e r zu bezweifeln scheint.

Auch in unserem Falle ist von einem Schwund der Balkentapete nichts zu sehen, während der eigentliche Balkenforceps vollständig fehlt.

Ausserdem wäre über die Fälle aus der Literatur kurz folgendes zu bemerken:

Im Fall von E i c h l e r ist zweifellos der „*Längswulst*" nichts anderes als der auch in unserem Fall wulstartig vorspringende Fornix. Die Platte dagegen ist ebenso zweifellos, wie E i c h l e r übrigens selbst meint, der Nervus Lancisii (Pedunculus corporis callosi) und verschmilzt nach hinten mit dem Fornix, um mit ihm zum Ammonshorn zu verlaufen. Zwar soll der *Gyrus fornicatus* vorhanden gewesen sein, doch fehlte der Sulcus calloso-marginalis und somit kann der Fall als typisch bezeichnet werden.

K n o x , dessen Fall fast genau dem unserigen entspricht, erkennt den Fornix richtig als solchen. Wie in unserem Falle vereinigt sich auch die Fissura parieto-occipitalis nicht mit der Fissura calcarina.

Wichtig ist der zuletzt beschriebene Fall von A n t o n. Derselbe zeigte aber einen bedeutenden Grad von Hydrocephalus, so, dass die Hemisphärenwand stellenweise fast durchscheinend war. Ferner betraf es einen siebenmonatlichen Fötus, ohne Markscheidenentwicklung im Grosshirn. Dieser Fall zeichnet sich von fast allen anderen durch das

Fehlen der Commissura anterior cerebri aus. Die Nichtvereinigung des Sulcus parieto-occipitalis mit der Fissura calcarina hat dieser Fall mit unserem und dem Fall von K n o x gemeinsam. Die Atrophie der linken Pyramide und der linken Pyramidenvorderstrangbahn dürfte Folge von atrophischen Verhältnissen der motorischen Region der kleinen linken Grosshirnhälfte sein.

Im unvollständigen Fall von S a n d e r (12) meint der Autor, dass die noch erhaltenen Fasern des Balkenspleniums gerade diejenigen der Balkentapete seien. Diese Auffassung ist, wie wir sehen werden, offenbar unrichtig.

Im Fall von B i r c h - H i r s c h f e l d handelt es sich offenbar um eine sekundäre Atrophie resp. Degeneration des Balkens infolge eines mächtigen alten Herdes des Stirnhirns, der alle drei Stirnwindungen zerstört hatte, und eine bedeutende, mit dem Ventrikel kommunizierende Cyste darstellte.

Im Fall von F o e r g ist vielleicht ein Herd im Hemisphärenmark übersehen worden.

Wie S a n d e r richtig bemerkt, ist offenbar im Fall Michel H e n r y bei der Sektion entweder ein Rest des Balkens oder die Lamina terminalis zerrissen worden. Die Beschreibung ist äusserst mangelhaft.

Im Fall von J o l l y scheint eine Cyste oder ein gewaltiger Hydrocephalus vorhanden gewesen zu sein.

Der sehr mangelhaft beschriebene erste Fall von L a n g d o n soll nach dem Autor *deshalb* kein Septum pellucidum gehabt haben, *weil* das Balkenknie fehlte. Offenbar war das Septum vorhanden, aber gespalten, und aus oben angeführten Gründen übersehen worden. Im noch schlechter beschriebenen zweiten Fall von L a n g d o n sind die vorderen Schenkel und der Körper des Fornix zweifellos ebensogut als die hinteren Schenkel vorhanden gewesen und nur vom Autor nicht erkannt worden.

Was bringt nun die Zerlegung unseres typischen Falles eines vollständigen Balkenmangels in Querschnitte *neues* zum Vorschein?

Dies ist leicht, unter Hinweis auf die Figuren, kurz zu resümieren:

1. Trotz vollständigem Mangel des Balkens ist die sogenannte *Balkentapete* und sogar offenbar der sogenannte laterale Fortsatz des Balkenforceps nicht verschwunden, sogar stark entwickelt, während der eigentliche *Balkenforceps* völlig fehlt (vergl. Fig. 8 und 9 mit Fig 10 und 11 der Arbeit O n u f r o w i c z [1]). Dieses beweist doch wohl ziemlich unzweideutig, dass die Faserung der sogenannten Balkentapete nicht zum Balken gehört, vielmehr zu den längeren Associationsfasersystemen einer Hemisphäre gerechnet werden muss. Ja, wir haben sogar gesehen, dass der Teil der Balkentapete, der am Hinterhorn liegt

und in den Forceps überzugehen scheint, zu unserem Bündel „Ass. occ. front." gehört.

2. Durch das Fehlen der Einstrahlung des Balkens in den Stabkranz wird ein mächtiges Associationssystem des Stirnlappens zum Hinterhauptslappen auf das deutlichste, fast isoliert, dargestellt, das offenbar im normalen Gehirn von den Balkenfasern so durchsetzt ist, dass es von der übrigen diffusen Stabkranzfaserung nicht zu unterscheiden ist und daher bis jetzt übersehen wurde. Im Occipitallappen wird dieses Bündel durch die sogenannte „Balkentapete" und dem „lateralen Fortsatz des Balkenforceps" dargestellt, welche sich allmählich nach hinten erschöpfen. Dieser Faserzug dürfte am zweckmässigsten als „*Fronto-occipitales Associationsbündel*" oder als wahrer *Fasciculus longitudinalis superior* bezeichnet werden.

Der geniale Burdach (Bau und Leben des Gehirns) hatte diesen Faserzug erkannt oder besser erraten und ihn *Fasciculus arcuatus* oder *Fasciculus longitudinalis superior* genannt. Doch sind weder seine noch Meynerts Darstellungen dieses Bündels klar, und faktisch ist dasselbe im normalen Gehirn unmöglich nachzuweisen. Wir konnten seine Stelle in demselben zwischen der Balkenfaserung erst nach der Vergleichung mit dem Naturexperimente unseres Balkenmangels erkennen.

3. Somit gehört die sogenannte „*Balkentapete*" des Schläfenlappens, welche in unserem Falle auch erhalten ist, nicht zum Balken. Wir finden im Schläfenlappen keinen atrophischen Faserzug. Dieses ist aber durchaus nicht befremdend, denn der Schläfenlappen besitzt seinen „Balken" in der Gestalt der *Commissura anterior cerebri*, welche in unserem Falle erhalten ist. Nur das Ammonshorn wird von der Lyra, als Aequivalent oder besser als Bestandteil des Balkens versorgt. Uebrigens könnte der Schläfenlappen direkte lateral verlaufende Fasern aus dem Balkenkörper auch erhalten.

Meynert u. a. haben allerdings die vordere Kommissur auch in den Hinterhauptslappen verfolgt. Neuerdings behauptet sogar Popoff (Neurologisches Centralblatt, November 1886) auf Grund der sekundären Degeneration der Commissura anterior nach einem Herd der Gegend des *Gyrus lingualis* (occipito-temporalis), dass sie allein Kommissur dieses *Gyrus* auf beiden Hemisphären ist. Ganser dagegen (Dieses Archiv, 1879) findet, dass sie ganz in den Schläfenlappen geht. Aus allem scheint nun wohl ziemlich klar hervorzugehen, dass sie nur die Ventralseite von Schläfen-Hinterhauptslappen versorgt.

4. Die alte Ansicht von Foville (traité complet de l'anatomie et pathologie du système nerveux), nach welcher der Balken eine Kreuzung beider inneren Kapseln sein soll, wurde neuerdings, nachdem sie

längst für begraben galt, von H a m i l t o n (Procerding of the royal society, Februar 1884) wieder vertreten.

Die Unhaltbarkeit dieser Ansicht liegt schon auf der Hand. Eine grosse Anzahl Experimente und pathologischer Fälle haben die wahre Bedeutung der Fasern der inneren Kapsel festgestellt. Ferner lässt sich eine sekundäre Atrophie des Balkens nach grossen alten Herden der Hemisphäre leicht nachweisen und zwar auf der Höhe des Herdes. In solchen Fällen ist in der Regel auch die innere Kapsel mehr oder weniger atrophisch — aber auf der Seite des Herdes, nicht auf der anderen. Nach F o v i l l e und H a m i l t o n müsste die Atrophie gekreuzt sein. In unserem Falle (siehe Figuren) ist die innere Kapsel, entsprechend der Kleinheit des Gehirns, völlig normal entwickelt, obwohl der Balken fehlt. Es dürfte somit die H a m i l t o n sche Wiederbelebung der F o v i l l e schen Ansicht eine sehr ephemere sein.

5. Leider lässt uns die überaus schlechte Färbung unserer Schnitte (Folge der verfehlten Härtung) die Elemente der Hirnrinde nicht deutlich genug erkennen, um die etwaige Atrophie einer bestimmten Kategorie derselben sehen zu lassen.

6. Die gemeinschaftlichen Hirnmissbildungen, welche die typischen Fälle von Balkenmangel, darunter unseren Fall, auszeichnen, vor allem das Fehlen des Sulcus calloso-marginalis, die Zerteilung des Gyrus fornicatus durch senkrechte Sulci (oder sein Fehlen?), die Nichtvereinigung des Sulcus parieto-occipitalis mit der Fissura calcarina, die Spaltung des Fornix und des Septum in zwei Hälften, welche je zu ihrer Hemisphäre in innigste Beziehung treten (und zwar so, dass das Septum als einfache Fortsetzung der Hirnrinde, der Fornix als freies Ende des Hemisphärenmarkes erscheint), beweisen durch ihre Constanz. dass sie vom Balkenmangel abhängen.

Bedenken wir, dass Fornix und Septum im Embryo, zu einer Zeit, wo der Balken sich noch nicht gebildet hat, ganz einfach den unteren Teil der medialen Wand der Hemisphärenblase, beiderseits von der Lamina terminalis, darstellen und, dass beide später wie gewaltsam durch den von vorn nach hinten wachsenden Balkendurchbruch getrennt werden, so dass zwischen Balken und Lamina terminalis sich eine „sekundäre Hirnhöhle“ (der Ventriculus septi) bildet, welche ursprünglich einen Teil der Aussenwand des Gehirns bildete — so müssen wir als unbedingt feststehend annehmen, dass in jenen reinen Fällen von typischem Balkenmangel, der Balken mitsamt seiner ganzen Ausstrahlung sich überhaupt nie (vollständige Fälle) oder nur in seinem vorderen Teil (unvollständige Fälle) gebildet hat. Es handelt sich also um eine ursprüngliche Entwicklungshemmung, nicht um eine sekundäre Atrophie. Es hätte wohl sonst die Stelle des Balkendurchbruchs nicht

so spurlos verschwinden können. — Septum und Fornix wären nicht in so ungestörter Kontinuität mit der Hirnrinde und dem Hemisphärenmark geblieben.

7. *Dafür* müssen wir eine Reihe unreiner Fälle als *sekundäre Degenerationen oder Atrophien* des Balkens bezeichnen und dieselben von den erstgenannten wohl auseinander halten. Dazu gehört der Fall von Birch-Hirschfeld. Die meisten Fälle sind so mangelhaft beschrieben, dass ihre Bedeutung wohl unentschieden bleiben wird. Namentlich scheinen sich nahezu alle Autoren gescheut zu haben, die schönen Präparate zu schädigen und Querschnitte zu machen."

Ausserdem habe ich den nachfolgenden Fall (Kunz) Herrn O. zur Veröffentlichung gegeben.

Kunz, geboren 1858, Sektion im Dezember 1884, somit 26 Jahre alt.

Bis zum 13. Jahre gesund. Im 13. Altersjahr sogenannte Gehirnentzündung. Von da an Verlust des Gehörs und Lähmung des linken Armes mit Kontraktur als Folge. Seitdem ein gewisser Grad von Blödsinn mit einigen geistigen Störungen.

Die Sektion zeigt einen Herd in der rechten Hemisphäre.

Ein mächtiger cystöser Herd der rechten Hemisphärenkonvexität nimmt hauptsächlich den oberen (ersten) Stirnwindungszug ein und zwar von der Höhe des Balkenknies bis zu den Zentralwindungen. Die vordere Zentralwindung, obwohl stark verdünnt, bildet wie eine Brücke über den Herd und ist auf diese Weise zum Teil erhalten, während der obere Teil der hinteren Zentralwindung zerstört ist. *Intakt geblieben sind*: Der Gyrus fornicatus bis auf kurze Strecke gegen vorn zu; dann das Operculum; ferner die Brocasche Windung und überhaupt eine ziemliche dicke Windungsmasse über den Fossa Sylvii. Ebenso intakt ist die Spitze des Stirnlappens (mit Ausnahme eines oberflächlichen kleinen Herdes an ihrer orbitalen Basis). Vollständig intakt sind Hinterhaupt- und Schläfelappen. Es ist auch ein Stückchen des oberen Stirnwindungszuges, angrenzend an den Gyrus fornicatus, vor dem Präcuneus noch erhalten. Der vordere Teil des oberen Scheitelläppchen dicht hinter der hinteren Zentralwindung, rechts, ist dagegen zerstört. Sowohl die innere Kapsel als der Fuss des Stabkranzes auf der rechten Hemisphäre sind vollständig intakt, von dem Herd nirgend betroffen.

Die andere Hemisphäre ist normal. Der Fornix ist und liegt ebenfalls normal. — Die innere Kapsel ist rechts, auf der Seite des Herdes, bedeutend atrophisch gegenüber links.

Das Balkenknie ist nicht atrophisch (1 cm breit), dagegen ist der Balken nach hinten vom Balkenknie, in der Länge von 3½ cm bis zu 1½ mm Dicke (im gehärteten Gehirn) atrophiert; von da an, weiter nach hinten, bis zur Höhe der hinteren Zentralwindung, auf einer Länge von weiteren 2½ cm ist er noch atrophisch, aber weniger (ca. 3 mm breit). Von da an bis zum Balkensplenium ist er wieder nahezu normal, d. h. etwa 6—8 mm dick. Alle diese Masse sind genommen am im Alkohol gehärteten Gehirn auf dem Längsdurchschnitte des Balkens neben der Mittellinie.

Es wurden einige Querschnitte der normalen linken Hemisphäre des Gehirns von Kunz angefertigt. Dieselben wurden mit Karmin und Nigrosin gefärbt. Die Fasern des kleinen Restes des Balkens sind grösstenteils degeneriert und atrophisch; sie sind in den Karminschnitten rot, in den Nigrosinschnitten schwarz gefärbt. Lateral und ventral von der Eintrittsstelle des atrophisch-degenerierten Balkens in das Hemisphärenmark erstreckt sich aus der ersten in das zweite, dorsal von der inneren Kapsel eine ziemlich gut abgegrenzte, ca. 4½ mm breite und 8 mm hohe, rötlich gefärbte Stelle, die sich mikroskopisch durch einen auffallenden Reichtum an Zellen auszeichnet und offenbar unserem von degenerierten Balkenfasern und deren Residuen durchsetzten fronto-occipitalen Associationsbündel entspricht. Doch ist die Abgrenzung lange nicht so scharf wie im balkenlosen Gehirn. Auch liegt das Bündel mehr lateral- und ventralwärts, indem es nicht wie beim Balkenmangel, den infolge der Agenesie des Balkens disponibel gebliebenen Raum dorsal- und medialwärts eingenommen hat. — Weiter in das Hemisphärenmark lässt sich die Balkenatrophie (resp. atrophische Degeneration) nicht verfolgen. An den ziemlich gut gefärbten Ganglienzellen der Hirnrinde konnte nichts besonderes wahrgenommen werden. Auch die Verminderung irgend einer Kategorie derselben konnte nicht festgestellt werden.

Die übrigen Eigentümlichkeiten dieses Gehirns gehören nicht hierher.

Aus diesem Falle, aber auch aus anderen ähnlichen Beobachtungen von mir, geht unzweifelhaft hervor, dass der Balken nach grösseren Zerstörungen der Hemisphären allmählich atrophiert, und zwar so, dass seine Atrophie der horizontalen Lage und Ausdehnung des Herdes entspricht. Gewöhnlich sind die stark atrophisch-degenerierten Stellen graubraun verfärbt. A. Forel.

Erklärung der Abbildungen. (Tafeln XI und XII).

A. Figuren.

Fig. 1. Die Medialfläche des Microkephalengehirns Hofmann, nach Abtragung des Mittelhirns (natürliche Grösse).

Fig. 2—8. Querschnitte durch dasselbe Gehirn (natürliche Grösse). Die eingeklammerte Zahl bedeutet die Nummer der angefertigten Schnittserie.

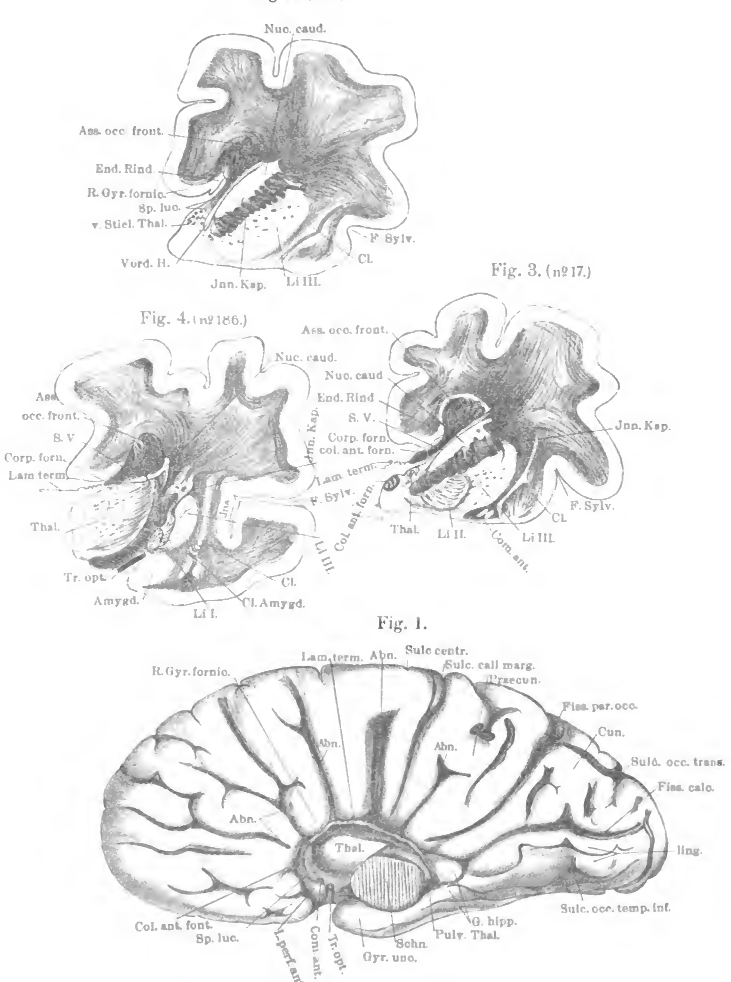
Fig. 9. Querschnitt durch ein kleines normales Menschenhirn (Gegend des Balkenspleniums). Entspricht ungefähr der Fig. 8 des balkenlosen Hirns (natürliche Grösse).

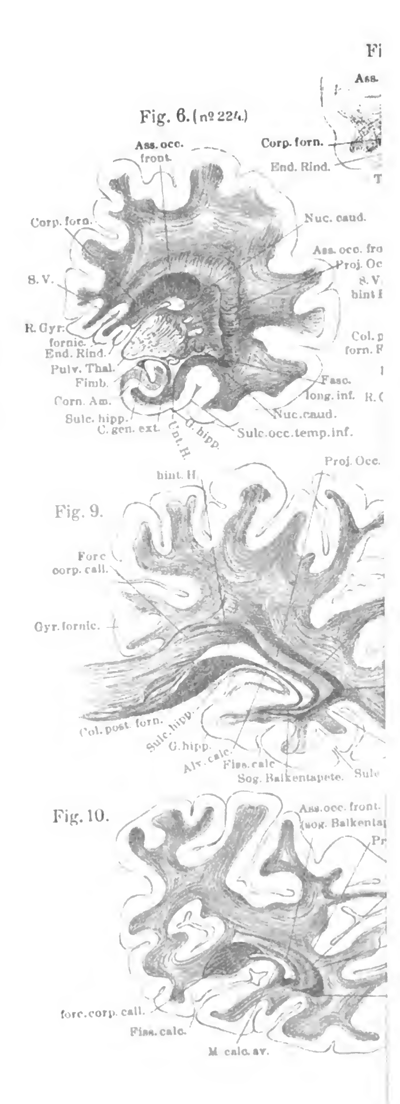
Fig. 10. Querschnitt durch den Occipitallappen desselben Gehirns. Entspricht ungefähr der Fig. 9 des balkenlosen Hirns (natürliche Grösse).

Fig. 11. Querschnitt durch den Stirnlappen eines grösseren normalen Menschenhirns, etwas weiter vorn als Fig. 3 des balkenlosen Hirns (um $^1/_4$ linear verkleinert).

B. Bezeichnungen für alle Abbildungen.

S. V. = Seitenventrikel.
Vord. H. = Vorderhorn desselben.
Hint. H. = Hinterhorn desselben.
Unt. H. = Unterhorn desselben.
hint. H., unt. H. = Konfluenzstelle des Hinterhorns mit dem Unterhorn.
S. V. hint. H. = Seitenventrikel an der Stelle des Uebergangs zum Hinterhorn.
Ins. = Insula (Inselrinde).
Gyr. fornic. = Gyrus fornicatus.
R. Gyr. fornic. = Bestandteile des zerspaltenen Gyrus fornicatus (oder der Gyri, die seine Stelle einnehmen?) beim balkenlosen Gehirn.
End. Rind. = Ende der Hirnrinde an der Stelle, wo der Balken fehlt.
G. hipp. = Gyrus hippocampi (subiculum cornu ammonis).
Corn. Amm. = Ammonshorn.
Gyr. unc. = Gyr. uncinatus.
Broc. W. = Brocasche Windung.
V. C. W. = vordere Zentralwindung.
h. c. W. = hintere Zentralwindung.
Cun. = Cuneus.


Fig. 2. (nº 7.)
Nuc. caud.
Ass. occ. front.
End. Rind.
R. Gyr. fornic.
Sp. luc.
v. Stiel. Thal.
F. Sylv.
Cl.
Vord. H.
Jnn. Kap.
Li III.
Fig. 3. (nº 17.)
Fig. 4. (nº 186.)
Ass. occ. front.
Nuc. caud.
Nuc. caud
End. Rind
S. V.
Corp. forn.
col. ant. forn.
Jnn. Kap.
Ass.
occ. front.
S. V
Corp. forn.
Lam. term.
Thal.
Tr. opt.
Amygd.
Li I.
Cl. Amygd.
Cl.
Li III.
F. Sylv.
Lam. term.
Col. ant. forn.
Thal.
Li II.
Com. ant.
Li III.
Cl.
F. Sylv.
Fig. 1.
Lam. term.
Abn.
Sulc centr.
Sulc. call marg.
R. Gyr. fornic.
Praecun.
Fiss. par. occ.
Cun.
Sulc. occ. trans.
Fiss. calc.
Abn.
Abn.
Abn.
Thal.
ling.
Sulc. occ. temp. inf.
Col. ant. font.
Sp. luc.
L. perf. ant.
Com. ant.
Tr. opt.
G. hipp.
Pulv. Thal.
Sehn.
Gyr. unc.


Fig. 6. (nº 224.)
Ass. occ. front.
Corp. forn.
End. Rind.
Nuc. caud.
Ass. occ. fro
Proj. Oc
S. V.
hint. H
Col. p
forn. F
Fasc. long. inf.
R. G
Nuc. caud.
Sulc. occ. temp. inf.
G. hipp.
Unt. H.
C. gen. ext.
Sulc. hipp.
Corn. Am.
Fimb.
Pulv. Thal.
End. Rind.
fornic.
R. Gyr.
S. V.
Corp. forn.
Fig. 9.
hint. H.
Proj. Occ.
Forc corp. call.
Gyr. fornic.
Col. post. forn.
Sulc. hipp.
G. hipp.
Alv. calc.
Fiss. calc.
Sog. Balkentapete.
Fig. 10.
Ass. occ. front.
(sog. Balkenta
forc. corp. call.
Fiss. calc.
M. calc. av.

33

us

en

na

al.

Praecun. = Praecuneus.
Ling. = Lobulus lingualis.
F. Sylv. = Fossa Sylvii.
Fiss. calc. = Fissura calcarina.
Sulc. hipp. = Sulc. hippocampi.
Sulc. centr. = Sulcus centralis.
Fiss. par. occ. = Fissura parieto-occipitalis.
Sulc. occ. trans. = Sulcus occipitalis transversus.
Sulc. occ. temp. inf. = Sulcus occipito-temporalis inferior (?)
Sulc. call. marg. = Sulcus calloso-marginalis.
Sulc. interp. = Sulcus interparietalis.
Sulc. Temp. I. = I. Schläfenfurche.
F. Sylv. h. = hinterer Schenkel der Fossa Sylvii.
F. Sylv. v. = vorderer Schenkel der Fossa Sylvii.
Abn. = Abnorme, senkrecht zur Lamina terminalis gestellte Furchen, welche den Gyrus fornicatus zu zerteilen scheinen.
Nuc. caud. = Nucleus caudatus.
Li. I. = medialer Kern des Linsenkerns.
Li. II. = mittlerer Kern des Linsenkerns.
Li. III. = lateraler Kern des Linsenkerns.
Cl. = Claustrum.
Cl. Amygd. = Zwischenkerne zwischen Claustrum und Amygdala.
Amygd. = Amygdala (Nucleus Amygdalae).
Thal. = Thalamus opticus.
Pulv. Thal. = Pulvinar des Thalamus opticus.
C. gen. ext. = Corpus geniculatum externum.
Sp. luc. = Septum lucidum.
Lam. term. = Lamina terminalis.
v. Stiel Thal. = vorderer Stiel des Thalamus opticus.
Tr. opt. = Tractus opticus.
Inn. Kap. = Innere Kapsel.
Com. ant. = Commissura anterior cerebri.
L. perf. ant. = Lamina perforata anterior.
Ventr. sept. = Ventriculus septi lucidi.
Schn. = Schnittfläche zwischen Mittelhirn und Zwischenhirn in Fig. 2.
Corp. call. = Corpus callosum.
Corp. call. ventr. = verdünnte ventrale Abteilung des Balkens zwischen der vorderen Kommissur und dem Balkenknie.
Spl. corp. call. = Splenium corporis callosi.
Forc. corp. call. = Forceps corporis callosi.
Corp. forn. = Corpus fornicis.
Corp. forn. col. ant. forn. = Stelle, wo die Längsfasern des Corpus fornicis in die Columna anterior übergehen.
Col. ant. forn. = Columna anterior fornicis.
Col. post. forn. = Columna posterior fornicis.
Col. post. forn. fimb. = Letztere im Uebergang zur Fimbria.
Fimb. = Fimbria.
Alv. calc. = Alveus im Uebergang zum Mark des Calcar avis.
M. calc. av. = Mark des Calcar. avis.
Ass. occ. front. = Grosses Associationsfaserbündel vom Occipitallappen zum Frontallappen, das infolge des Balkenmangels isoliert wird.

Proj. Occ. = Hauptstratum der Projektionsfasern des Occipitallappens in dem hinteren Teil der inneren Kapsel (Sehstrahlungen von Gratiolet; Bündel h von Flechsig? Leitungsbahnen T. III. und IV., Fig. 4 und 6).

Fasc. long. inf. = Fasciculus longitudinalis inferior.

Sog. Balk. Tap. = Sogenannte Balkentapete.

X (Fig. 8) = Stelle des Ueberganges des Ammonshornes resp. des Gyrus hippocampi in die veränderten Bestandteile des Gyrus fornicatus. An dieser Stelle ist der Sulcus hippocampi gerade noch erkennbar, obwohl bereits verklebt. Das in den mehr frontalen Querschnitten mit End. Rind. bezeichnete Ende der Rinde vor der Lamina terminalis geht nun hier in die Rinde des Gyrus hippocampi über.

y = Fasersystem im Occipitallappen, das sich dem Fasciculus longitudinalis inferior anschliesst und wahrscheinlich besonders Associationsfasern (zum Scheitellappen?) enthält. (Bündel h von Flechsig? ein Teil?)

Gesellschaft der Aerzte des Kantons Zürich.

Ordentliche Frühjahrssitzung den 17. Mai 1892 in der Aula des Linth-Escher-Schulhauses in Zürich.

Vortrag von Professor Dr. Huguenin:

Ueber die Theorie der Neuronen.[1]

In der Diskussion bemerkt Prof. Dr. Forel:

„Ich darf mir um so eher einige Bemerkungen zum Vortrag des Herrn Vorredners erlauben, als ich selbst bei der Theorie der Neuronen ziemlich stark beteiligt bin. Zwar hatten schon früher Kölliker und Max Schultze stets erklärt, dass sie im Zentralnervensystem keine Anastomosen nachweisen konnten; doch glaubten alle Anatomen, dass solche vorhanden sein mussten, und hielten immer daran fest, dass es zwei Elemente im Nervensystem gebe: die Zellen und die Fasern. His und ich, wir waren die ersten, die im Jahre 1886, ganz unabhängig voneinander, und auf ganz verschiedenem Wege die Theorie der Neuronen, freilich ohne diesen Namen anzuwenden, aufstellten.

Unsere beiden Arbeiten wurden im August 1886 den bezüglichen Zeitschriften zugesandt: His' Arbeit („Zur Geschichte des menschlichen Rückenmarks und der Nervenwurzeln") erschien jedoch schon im Oktober 1886 in der Königl. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften, meine erst im Januar 1887 in den seltener erscheinenden Heften des Archivs für Psychiatrie.

Eine Wahrheit, die unbeeinflusst auf zwei ganz verschiedenen Wegen von verschiedenen Leuten erkannt wird, hat bekanntlich um so mehr für sich, und ich glaube bestimmt behaupten zu dürfen, dass wir keine graue Theorie da aufstellten, sondern dass ebenso gewichtige und beweiskräftige Tatsachen unserer Ansicht zu grunde lagen, als es die histologischen Bilder an und für sich sind. In einer histologischen Färbung liegt ebensoviel Theorie, wie in embryologischen Beobachtungen oder in den Resultaten von Experimenten. Man wolle nur die Bilder der Histologen über die Nervenendigungen im Laufe der Jahrzehnte miteinander vergleichen.

---

[1]) Aus dem Correspondenzblatt für Schweizer Aerzte, Jahrgang XXII, 1892.

His lieferte den Beweis, dass die motorischen Nervenfasern im Embryo aus den grossen Zellen des Vorderhorns, die sensorischen direkt aus den Spinalganglienzellen herauswachsen resp. heraussprossen. Darin liegt doch ein klarer Beweis, dass die Faser nur ein Fortsatz der Zelle und kein Element für sich ist.

Ich stützte mich auf die langjährigen Resultate der Guddenschen Methode, verbunden mit einem neueren Ergebnis Golgis. Ueberzeugend hatte Golgi dargetan, dass die sogenannten Protoplasmafortsätze der Nervenzellen frei mit einer kleinen Verdickung enden und nicht anastomosieren. Das von Golgi angenommene und dargestellte Anastomosennetz der feinsten Verzweigungen der sogenannten Nervenfortsätze der Ganglienzellen und derjenigen der Nervenfasern konnte mich dagegen nicht überzeugen. Erstens konnte ich dasselbe auf den mit Golgis Methode angefertigten Präparaten nicht bestätigen und zweitens konnte die Sache mit den Atrophieverhältnissen der sensiblen Nerven nach Guddenschen Experimenten nicht stimmen. Exzidiert man im Zentralorgan bestimmte Zellengruppen, so atrophieren die zugehörigen Fasern, aber niemals andere Zellen. Exzidiert man Nervenfasern an irgend einer Stelle ihres Verlaufes, so atrophiert stets mindestens die betreffende Faserbahn in einer Richtung, nämlich in derjenigen, wo keine Zellenatrophie nachfolgt (z. B. die peripheren motorischen Fasern gegen den Muskel zu). In der andern Richtung werden die Fasern entweder nur etwas marantisch (die Zellen dann ebenfalls) oder sie gehen gänzlich zu grunde und mit ihnen geht auch eine bestimmte Zellengruppe gänzlich zu grunde (z. B. nach Ausreissung der motorischen Nerven die grossen Zellen der motorischen Nervenkerne). Wenn man nun die sensiblen Nerven exzidiert, sieht man, dass die kleinen Zellen ihrer sogenannten Kerne durchaus nicht atrophieren, sondern dichter aneinanderrücken; die Zwischensubstanz, d. h. die Verzweigungen der Nervenfasern, wird allein atrophisch; darauf hat schon Mayser, Archiv für Psychiatrie, 1877 aufmerksam gemacht. Diese Tatsachen führten mich zur Verwerfung der Anastomosen überhaupt und, verbunden mit den Ranvierschen Ergebnissen über die Sprossungen des abgeschnittenen zentralen Stumpfes der peripheren motorischen Nervenfasern, zur Annahme, dass sämtliche Fasern des Nervensystems nichts als Zellenfortsätze seien, die, baumförmig verästelt, frei endigen. In meiner diesbezüglichen Arbeit (Hirnanatomische Betrachtungen und Ergebnisse) habe ich auch die Abbildungen Guddenscher Atrophiepräparate beigegeben, die ich zu diesem Zwecke hergestellt hatte und welche zugleich dartun, dass die Verhältnisse beim Erwachsenen gleich sind, wie beim Neugeborenen.

Der Herr Vortragende liess die sensible Faser peripher in eine Neuroepithelzelle endigen. Dieser Ansicht kann ich nicht beipflichten; sie beruht wohl auf einer Verwechslung. Bei niederen Tieren, bei Wirbellosen, gibt es keine Spinalganglien; dafür gibt es gangliöse Haufen von Nervenzellen dicht unter der Haut, überall da, wo Sinnesorgane vorkommen. Diese Nervenzellen sind die Zellen des sensiblen Neurones. Ihr peripherer Fortsatz endigt in einem sensiblen Haar; ihr zentraler Fortsatz bildet den sensiblen Nerven und endigt verzweigt und frei in einem Ganglion der Bauchkette. Herr Professor His, mit welchem ich über die Frage der Spinalganglien sprach, und dem ich diese Tatsache vorhielt, äusserte dabei die Vermutung, die Spinalganglien der Wirbeltiere dürften Homologe jener peripheren sensiblen Ganglien der Wirbellosen sein. In der phylogenetischen Entwicklung wären sie einfach zentralwärts gerückt, und es hätte sich dabei der periphere Fortsatz der Zelle derart in die Länge gezogen, dass er schliesslich den peripheren Nerv bildete. Diese Ansicht steht mit der Tatsache in Einklang, dass die peripheren sensiblen Nervenfasern der Wirbeltiere meistens als verzweigte Achsenzylinder, um Haarbälge oder um Vatersche Körperchen herumgerollt, frei und spitz, nicht aber, wie der Herr Vortragende meinte, in Neuroepithelzellen endigen. Da, wo sensible Ganglienzellen peripher liegen, wie z. B. in der Retina, gibt es bekanntlich keine Spinalganglien im Verlauf des entsprechenden Nerven. Der Histologe Ramon-y-Cajal, der zuerst mit seiner Methode die von His und mir angenommenen Endbäumchen dargestellt hat, hat dabei unsere Ansichten erwähnt. Es ist gewiss nicht zu viel der entwicklungsgeschichtlichen, der vergleichend anatomischen, der experimentellen und der rein histologischen Methode, um in den komplizierten Verhältnissen des Zentralnervensystems zu einer annähernden wissenschaftlichen Sicherheit zu gelangen, und es wäre gewiss zu wünschen, wenn die Anatomen mehr als bisher die Resultate anderer Methoden würdigen würden. Widersprüche zwischen den Resultaten verschiedener Methoden müssen zu neuer Arbeit anspornen. Die Sicherheit wird erst erlangt, wenn man überall Uebereinstimmung erzielt.

Herr Dr. v. Monakow hat in seinen schönen Arbeiten über die Opticuszentren Resultate erhalten, die mit unserer Ansicht wesentlich übereinstimmen. Eine Frage verursachte mir zwar schon seit langem Kopfzerbrechen: wenn die Theorie der Neurone richtig ist, kann man nicht gut annehmen, dass so komplizierte Gebilde im Laufe des menschlichen Lebens neu entstehen. Wie kann man sich nun erklären, dass das kleine Gehirn eines neugeborenen Kindes oder Säugetieres sich im Laufe der Wachstumsperiode des Lebens so stark vergrösssert? Vergrössern sich nur die einzelnen Elemente oder vermehrt sich ihre Zahl?

Um der Lösung dieser Frage näherzutreten, gab ich einem meiner Assistenten, Herrn Dr. Schiller, die Aufgabe, die Zahl der Elemente eines bestimmten konstanten Teiles des Nervensystems beim Neugeborenen und beim Erwachsenen zu ermitteln. Wir wählten den Nervus oculomotorius der Katze, als recht konstante und durch Querschnitte immer gleich zu treffende Elementengruppe. Herr Dr. Schiller hat seine Ergebnisse kurz in den „Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences de Paris, 30. September 1889", veröffentlicht. Bei einer Durchschnittszahl von ungefähr 3000 Fasern zeigt die neugeborene Katze 50 bis 75 Fasern weniger als die erwachsene, was jedoch zweiffellos nur von der äussersten Feinheit der Fasern der neugeborenen Katze herrührt, indem man leicht einige derselben übersieht und indem einige andere am Rande des Schnittes verloren gehen. Umgekehrt zeigt die einzelne Nervenfaser des neugeborenen Tieres nur 1,5 bis 5 Mikromillimeter Durchmesser, während die Faser des Erwachsenen deren 6 bis 20 aufweist. Diese kleine Arbeit ist natürlich nicht erschöpfend. Ueberlegen wir aber dazu, dass es besonders die weisse Substanz ist, welche während des postembryonalen Lebens wächst, dass somit die Markscheiden und das Längenwachstum der Fasern die Vergrösserung des Gehirns und des Rückenmarks bedingen, wird es mehr als wahrscheinlich, dass neue Elemente des Zentralnervensystems während des postembryonalen Lebens überhaupt nicht entstehen. Die Tatsache der Erhaltung unserer Gedächtnisbilder wird dadurch auch leichter erklärlich. Ebenso stimmt die Tatsache damit überein, dass Defekte des Zentralnervensystems, welche im Laufe des Lebens entstehen (Trauma etc.), niemals durch neugebildete Elemente ersetzt werden.

In der oben erwähnten Arbeit hatte ich freilich einer mangelhaften Arbeit von Vejas über die Spinalganglien zu viel Wert beigelegt und war dadurch irre geführt worden. Vejas fand, dass die Spinalganglienzellen nach Durchschneidung des peripheren sensiblen Nerven atrophieren, nach Durchschneidung der Wurzel zwischen Ganglion und Rückenmark dagegen nicht. Er schloss daraus, dass die Spinalganglienzellen Fasern nur nach der Peripherie senden. — Erstens ist das Faktum wohl nicht so schroff verschieden, wie es Vejas fand. Zweitens aber ist sein Schluss nicht beweiskräftig. Es kann die Durchschneidung des weitaus längeren und mächtigeren peripheren Astes die Zelle zur Atrophie bringen, während die Durchschneidung des kürzeren zentralen Astes sie nur unbedeutend angreift, besonders wenn man überlegt, dass die funktionellen Reize beim peripheren Nerven von der Haut ausgehen und die Zelle, trotz Zerstörung des zentralen Astes, eher am Leben zu erhalten vermögen dürften.

Ueber die Kerne des Glossopharyngeus und des Trigeminus.[1])

In der Mainummer des Centralblattes für Nervenheilkunde und Psychiatrie, Seite 212, gibt Herr Privatdozent N. Muchin eine Beschreibung des Ursprungs des N. IX als neu an, die ziemlich genau mit dem experimentellen Nachweis dieses Nerven übereinstimmt, den ich (Festschrift zur Feier des fünfzigjährigen Doktorjubiläums von Nägeli und Kölliker: Forel, Ueber das Verhältnis etc., Ursprung des IX., X. und XII. Hirnnerven, Zürich, Albert Müller, 1891) bereits auf Grund meiner Untersuchungen mit Hilfe der Guddenschen Atrophiemethode geliefert habe. Meine Arbeit ist offenbar Herrn Muchin unbekannt geblieben. Auch scheint Herr Muchin die Untersuchungen von Ramon-y-Cajal und Kölliker wenig beachtet zu haben, welche mit den von His und von mir (Hirnanatomische Betrachtungen etc., Archiv für Psychiatrie, Januar 1887) entwickelten Anschauungen über den Zusammenhang der Elemente des Zentralnervensystems in völligem Einklang stehen.

Durch die erwähnten Arbeiten war bereits festgestellt, dass der sogenannte Fasciculus solitarius nichts anderes ist, als die sensible Wurzel des Glossopharyngeus und des Vagus, somit hauptsächlich des ersteren, und dass ihre Fasern sich in die den Fasciculus umgebende gelatinöse Substanz zerstreuen und verzweigen, ohne sich jedoch mit Zellen zu vereinigen. Die Endbäumchen der Verzweigungen dieser Fasern sind zwar noch nicht nachgewiesen worden, doch konnte ich (l. c.) nachweisen, dass nach der Atrophie des Fasciculus solitarius die Zellen nahe aneinanderrücken, so dass kaum ein Zweifel darüber obwalten kann, dass sie sich ganz analog den übrigen Wurzelfasern der sensiblen Nerven an ihrem zentralen Ende verhalten. Sie werden dabei auch zweifellos sich verzweigende kollaterale Aeste abgeben.

Immerhin liefern die Untersuchungen des Herrn Muchin eine willkommene Bestätigung der unserigen.

Bei dieser Gelegenheit sei es mir erlaubt, zu bemerken, dass Herr Dr. Hans Gudden in seiner Arbeit über den Trigeminus (Beitrag zur

---

[1]) Aus dem Centralblatt für Nervenheilkunde und Psychiatrie, 1893.

Kenntnis der Wurzel des Trigeminusnerven, Allgemeine Zeitschrift für Psychiatrie, XLVIII, 1 und 2, Seite 16, 1891), meine Arbeit über den gleichen Gegenstand (Archiv für Psychiatrie, 1887, Hirnanatomische Betrachtungen) ebenfalls mit keiner Silbe erwähnt, obwohl ich in jener Arbeit den gleichen Nachweis des Ursprungs des Trigeminus geliefert hatte, wie er, und zwar mit histologischen Figuren und Einzelheiten, die er nicht vorbringt. Der Ursprung der sensiblen (aufsteigenden) Wurzel des Trigeminus in der Substantia gelatinosa Rolandi stimmt ganz mit demjenigen der sensiblen IX. und X. Wurzel und mit demjenigen der sensiblen Rückenmarkswurzeln. Schon 1881, auf der deutschen Naturforscherversammlung zu Salzburg (Tagblatt, Seite 185), habe ich ein Experiment erwähnt, wonach die grossen runden Ursprungszellen der absteigenden Quintuswurzel nach Durchschneidung der Wurzel vollständig atrophierten. Ich schloss damals schon daraus, dass diese Wurzel motorisch und nicht sensibel ist, wie Meynert u. a. glaubten. Da jede trophische Störung beim operierten Tiere fehlte, glaubte ich, die Ansicht Merkels, diese Wurzel sei „trophisch", zurückweisen zu können. — Man wird gut tun, diese Facta im Licht der neuen Untersuchungen v. Ramon-y-Cajal und Kölliker wieder zu würdigen, und wird finden, dass dieselben in der Tat den Nachweis liefern, dass die absteigende Wurzel nur motorisch sein kann.

Prof. Forel.

Einige Worte zur Neuronenlehre.[1])

Die verdienstvolle Arbeit Max Wolffs: „Zur Kenntnis der Heldschen Nervenendfüsse im 4. Heft des Journals für Psychologie und Neurologie, Januar 1905, veranlasst mich zu einigen Bemerkungen, obwohl ich seit vielen Jahren die Hirnanatomie und Histologie verlassen habe. In einer früheren Arbeit: „Ueber das Verhältnis der experimentellen Atrophie und Degenerationsmethode zur Anatomie und Histologie des Zentralnervensystems", die ich 1891 in der Festschrift zur Feier des fünfzigjährigen Doktorjubiläums der Herren Professoren Nägeli und Kölliker (Zürich, Verlag von Albert Müller 1891) publiziert habe, erlaubte ich mir, darauf hinzuweisen, dass in einem so ungeheuer komplizierten Forschungsgebiet wie dasjenige der Struktur und der Funktionen des Zentralnervensystems eine Methode allein völlig ungenügend ist, und dass die relative wissenschaftliche Sicherheit nur dadurch erlangt wird, dass man die Resultate verschiedenster Methoden miteinander vergleicht. Wenn dieselben übereinstimmen, dann kann man mit einer gewissen Zuversicht, auf das Gewonnene fussend, weiterdringen. Als bezügliche Methoden bezeichnete ich in genannter Arbeit die folgenden:

1. Die gröbere Formanatomie mit der makroskopischen Einteilung der grauen und weissen Substanz.
2. Die Untersuchung von Schnittserien mit verschiedenen Aufhellungs- und Färbungsmethoden und bei verschiedenen Vergrösserungen, womit die makroskopische Topographie am besten im Zusammenhang mit der histologischen Textur studiert wird.
3. Die feinere Histologie der Elemente.
4. Die vergleichende Anatomie und Histologie des Zentralnervensystems, welche infolge der verschiedenartigen Entwicklung der einzelnen Teile und Funktionen bei verschiedenen Tieren u. s. w. ungemein viel Licht und Verständnis auf das Ganze wirft.
5. Die Entwicklungsgeschichte.
6. Die experimentelle Methode der sekundären Atrophien und Degenerationen.

[1]) Aus dem Journal für Psychologie und Neurologie, Band IV, 1905.

7. Das Studium von Abnormitäten des Zentralnervensystems (besonders von einzelnen Agenesien), sowie von pathologischen Fällen überhaupt.
8. Das Studium der verschiedenzeitigen Entwicklung der Markscheiden bei den verschiedenen Fasersystemen (resp. Zellenfasersystemen) des Embryos.
9. Das physiologische Experiment selbst.

Wenn ich nun die Schicksale verfolge, die die Neuronentheorie seit 19 Jahren durchgemacht hat, muss ich heute noch an meiner damaligen Forderung festhalten. Wenn auch selbst untätig, habe ich mit grossem Interesse die weiteren Wandlungen der ganzen Frage verfolgt. Gegenwärtig streitet man wieder stark über die Neuronentheorie, nachdem verschiedene Neuerer, vor allem Apathy und Bethe und, ihnen nachbetend, Nissl sie bereits für tot erklärt hatten. Während aber Held und Wolff sie auf Grund histologischer Forschungen, sowohl wie Ramon-y-Cajal, wenn auch mit anderen Ergebnissen, wieder verteidigen, hat R. G. Harrison (neue Versuche und Beobachtungen über die Entwicklung der peripheren Nerven der Wirbeltiere; Sitzungsbericht der Niederrheinischen Gesellschaft für Natur- und Heilkunde zu Bonn 1904) auf embryologischem Wege den Nachweis erbracht, dass, wenn man die Anlage der Schwannschen Scheiden entfernt, die peripheren motorischen Nervenfasern sich dennoch vollständig entwickeln, wodurch die Angaben His' sinnreich bestätigt, diejenigen Apathys und Bethes aber widerlegt werden.

Wie dem auch sei, diese Beweise genügen noch nicht. Wenn Apathy unrecht hat, muss man es ihm auch mit seiner eigenen Methode nachweisen können.

Hier glaube ich, eine Prioritätsfrage um so mehr erörtern zu dürfen, als His tot ist und als die Neuronentheorie wankt. Ich wundere mich geradezu, dass Wolff, der sehr für Helds Priorität in einer anderen Frage eintritt, in der eben erwähnten Arbeit die Neuronentheorie immer noch Waldeyer zuschreibt und nach Verworn *seinen* Grundgedanken als „die zelluläre, besonders die cytogenetische Einheit des Neurones" bezeichnet. Ich hatte bis jetzt geglaubt, dass die blosse Namengebung für Gedanken, die von anderen bereits vorher vollkommen präzis ausgedrückt worden waren, einen Autor nicht zur Gedankenpriorität berechtigt. Ich bitte Herrn Dr. Max Wolff, die Arbeit von His: „Zur Geschichte des menschlichen Rückenmarks und der Nervenwurzeln" (Oktober 1886) und meine eigene Arbeit: „Hirnanatomische Betrachtungen und Ergebnisse" im Archiv für Psychiatrie (Januar 1887) nachlesen zu wollen. In diesen beiden voneinander unabhängigen Arbeiten wird er die Neuronentheorie voll und

ganz finden, wenn auch ohne diesen Namen. Die Arbeiten Waldeyers, Ramon-y-Cajals und Köllikers sind erst einige Jahre später erschienen. Ramon-y-Cajal hat übrigens sowohl His als mich in seiner ersten Arbeit zitiert. Ich schrieb in meiner oben erwähnten Arbeit (1891) hierüber folgendes:

„Ganz unabhängig und durch die Beobachtung des Wachstums der Wurzelfasern aus den Zellen der Vorderhörner und der Spinalganglien kam His („Zur Geschichte des menschlichen Rückenmarks und der Nervenwurzeln", Oktober 1886) zu seiner Anschauung, die mit der meinigen vollständig übereinstimmt. His gebührt die Priorität, da seine Arbeit vier Monate vor der meinigen erschienen ist. Ich hatte jedoch meine Arbeit bereits im August 1886 dem Archiv für Psychiatrie eingesandt, und als ich His' Arbeit erhielt, war meine schon gedruckt. Ich erwähne dies nicht im Sinne einer müssigen Prioritätserörterung, sondern weil es mir für die Wahrheit der Sache von grossem Wert erscheint, dass vollständig unabhängig und auf vollständig verschiedenem Weg das gleiche Resultat erzielt wird."

„Unsere Ansicht hat aber seither bedeutungsvolle Bestätigungen erfahren. v. Monakow hatte schon vorher in seinen sehr interessanten Studien über die Opticuszentren u. s. w. im Archiv für Psychiatrie auf eklatante Weise gezeigt, wie die Zellen des *Corpus geniculatum externum* nach Exstirpation der Augen durch Schwund der Verästelungen der Opticusfasern sich dicht aneinanderdrängen, während sie nach Wegnahme der Sehsphäre der Hirnrinde atrophisch zu grunde gehen. Er hat auch in seinen späteren Arbeiten unsere Ansicht wiederholt bestätigt gefunden. Ramon-y-Cajal und v. Kölliker ist es endlich in neuerer Zeit in glänzender Weise gelungen, die Endbäumchen der Nervenfasern mit einer verbesserten Golgischen Methode wirklich darzustellen."

Demnach möchte ich geradezu den Vorschlag machen, dass man dem verstorbenen, verdienstvollen Anatomen, dem die Priorität sachlich und formell gehört, nämlich His, wahrheitsgemäss die Neuronentheorie zuschreibt und sie als „*Hissche Neuronentheorie*" bezeichnet. Möge die Theorie sich schliesslich als richtig oder falsch erweisen, sie hat zu weiteren Forschungen angeregt, und die Sache wird weder dem Andenken His' noch der hirnanatomischen Forschung schaden, wie letzteres von Nissl behauptet wird. Letzterer Autor geht in seinen Ausführungen ungemein einseitig zu Werke. Selbst angenommen, dass er recht hätte, was mir noch sehr unwahrscheinlich, zum mindesten höchst fraglich vorkommt, so bleibt gerade die von mir seinerzeit hervorgehobene und für mich immer noch massgebende Tatsache der Einheit des Neurons bei der sekundären Degeneration und Atrophie unanfechtbar. Ferner ist ja nicht zu bestreiten, dass selbst Irrtümer in der Wissenschaft,

wenn sie ehrlichen Arbeiten entspringen, gerade durch die durch sie herausgeforderte Nachprüfung den Fortschritt fördern.

In der Tat waren, uns wenigstens, durchaus nicht die Kontaktfrage und ebensowenig weitere histologische Details über die Beschaffenheit der „Endverästelungen" des Nervenfortsatzes der Grundgedanke der Neuronentheorie, sondern, wie Max Wolff richtig betont, *die cytogenetische Einheit des Neurons.* His wurd darauf gebracht, weil er beim Embryo die vorderen Wurzeln des Rückenmarks aus den Vorderhornzellen wachsen sah. Ebenso deutlich ergab sich dann die Sache aus den Verhältnissen der hinteren Wurzeln und ihres Wachstums aus den Zellen der Spinalganglien mit der Zweiteilung ihres Nervenfortsatzes. Mich brachten zu gleicher Zeit die Resultate Golgis in Verbindung mit denjenigen der Guddenschen Methode auf den Gedanken der cytologischen resp. cytogenetischen Einheit des Neurons, das heisst der Nervenzelle mit der zugehörigen Nervenfaser oder den zugehörigen Nervenfasern und Dendriten. Als erster hatte Golgi das blinde Endigen der sogenannten Protoplasmafortsätze nachgewiesen und ich konnte in den nach seiner Methode angefertigten Präparaten das von ihm noch aufrecht erhaltene „Fasernetz" des Nervenfortsatzes niemals sehen. Andrerseits hatte ich konsequent in den Guddenschen Atrophien einzig und allein bei Fortnahme der Zelle die Atrophie der zugehörigen Neuronenfaser mit Aesten und umgekehrt bei Wegnahme der Faser das Zugrundegehen der Ganglienzelle allein beobachtet. Sehr auffällig war ferner das Verhalten der sogenannten „Kerne" der sensiblen Nerven, indem die Wegnahme der Nerven hier nicht die Atrophie, sondern das Zusammenrücken der Ganglienzellen jener Kerne (Ausdruck des Schwundes der Endverästelungen der Axone) zur Folge hatte. Somit konnten die Ganglienzellen jener sensiblen Nervenkerne nicht die Ursprungszellen der Fasern sein, sondern nur umgekehrt zwischen deren Endverästelungen liegen. Diese Erscheinungen mussten mich auf die Neuronentheorie bringen. Als ich schon vor dem Jahre 1886 von diesem Gedanken beherrscht wurde, suchte ich denselben an Hand vergleichender histologischer, physiologischer und anderer Ueberlegungen zu prüfen und dies brachte mich dazu, die oben erwähnte Arbeit (1886—1887) zu veröffentlichen. Die Tatsache, dass Zerstörungen des fertigen Zentralnervensystems sich niemals regenerieren, veranlasste mich dann, mir die Frage vorzulegen, ob überhaupt nach der Geburt Nervenelemente (Zellen) in demselben (ich spreche natürlich nicht von den peripheren Ganglien) sich neu bilden. Deshalb veranlasste ich H. Schiller, eine sorgfältige Zählung der Nervenfasern des nervus oculomotorius bei der neugeborenen und der erwachsenen Katze vorzunehmen (Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, Paris, 30. September 1889).

Das Resultat ergab, dass die Zahl der Elemente, soweit festgestellt werden konnte, die gleiche ist, nämlich um 3000 herum, und dass der gewaltige Kaliberunterschied des Nerven fast lediglich von der Verdickung der Markscheide beim Erwachsenen abhängt. Dass diese Tatsache wiederum in hohem Grade zu gunsten der Neuronentheorie sprach, wird niemand entgehen, denn wenn das ganze Leben hindurch die faserigen Nervenelemente durch fibrillogenes Gewebe neu erzeugt werden würden, könnte man sich derartig konstante Verhältnisse schwerlich erklären. Es ist mir im hohen Grade auffällig, dass seit jener Arbeit Schillers seine Resultate, meines Wissens, niemals nachgeprüft und jedenfalls sehr wenig beachtet wurden. Es wurden von Schiller nur einige vergleichende Zählungen bei ein und demselben Nerven des gleichen Tieres gemacht. Es wäre doch gewiss von grosser Wichtigkeit, einwandfrei festzustellen, ob die Sache allgemeine Gültigkeit besitzt oder nicht.

Apathy ging seinerseits von niederen Tieren aus, bei welchen er mit meisterhafter Technik das Fibrillenwerk der Ganglienzellen darstellte. Dadurch hat er das unzweifelhafte Verdienst, die von seinen Vorgängern Max Schulze, Leydig, Kupffer u. a. schon gesehenen und nachgewiesenen Fibrillen in einer Weise klargestellt zu haben, die keinen Zweifel mehr darüber walten lässt, dass wir in der Nervenfibrille ein hochwichtiges, fundamentales Nervenelement zu erblicken haben. Dass die Fibrille jedoch keine Zelle, keine cytologische Einheit ist, darüber ist selbst Apathy im klaren. Sie muss als Unterelement (wenn wir den Ausdruck Element für die Zelle beibehalten) oder als sekundäres Produkt von Elementen betrachtet werden. Infolgedessen dreht sich der Streit um die Frage: Ist die Ganglienzelle das Mutterelement, die Matrix der Fibrille sowohl als der perifibrillären Substanz des Axons, wie die Neuronentheorie annimmt, oder sind andere Zellen resp. andere cytologische Elemente die Matrix der Fibrillen? Letzterer Ansicht ist Apathy. Nach ihm sind in den Schwannschen Scheiden und in der Neuroglia überhaupt die wahren Matrixzellen der Fibrillen. Er nennt dieselben Nervenzellen oder fibrillogene Zellen. Ich konnte mich in den von Herrn Apathy am Zoologenkongress zu Berlin mitgebrachten Präparaten von dem Vorhandensein solcher Nervenzellen nicht überzeugen. Er berief sich übrigens hauptsächlich auf die Angaben Bethes und lud mich ein, nach Koloswar zu gehen, um bessere Präparate zu sehen, was mir indessen nicht möglich war. Wenn Harrison nun recht hat, das heisst, wenn die Wegnahme der Embryonalanlage der Schwannschen Scheiden die Entwicklung der peripheren Rückenmarknerven keineswegs hemmt, so dass dieselben direkt nach wie vor aus den Ganglienzellen des Rückenmarkvorderhorns

herauswachsen, bin ich begierig zu sehen, wie man die Theorie der fibrillogenen Nervenzellen weiter stützen wird. Sei dem, wie es wolle, hier muss die Frage entschieden werden: „*Welche Embryonalzelle ist die Matrix der Fibrille?* Die von Held und Wolff gesehene Kontinuität kann ebensogut wie eine Kontiguität nachträglich hergestellt worden sein. Man ersieht aber gerade wieder aus diesen äusserst delikaten und feinen histologischen Forschungen, aus den Widersprüchen, die in der Deutung der Bilder entstehen, und die ja aus Wolffs Angaben selbst hervorgehen, wie misslich es ist, die histologischen Bilder als allein massgebend für die Lösung der Frage anzusehen. Höchst erstaunt war ich zu sehen, dass Wolff die Richtigkeit des Apathyschen perinucleären Fibrillennetzes in den Ganglienzellen der Wirbellosen anzweifelt. Derselbe schien mir so deutlich zu sein, dass jeder Zweifel unmöglich sei.

Was nun den energetischen Zellenbegriff und die interzellulären Brücken betrifft, so enthalte ich mich einer jeden Kritik, weil ich das Gebiet der Hypothesen nicht betreten will. Die Unsicherheit und Vieldeutigkeit der rein histologischen Bilder ist bereits so gross, dass nicht noch Hypothesen dazu kommen sollten. Dass das sogenannte „Bethesche Netz" eine Kontinuität der Nervenfibrillen von zwei oder mehreren Neuronen darstelle, scheint mir durch Wolffs Figuren noch keineswegs erwiesen.

Dass Apathy ein Meister der Technik ist, wird niemand bestreiten. Um so mehr muss es auffallen, dasser sich bei genannter Theorie immer wieder auf Bethe, das heisst auf einen Autor stützt, dessen geringe Zuverlässigkeit auf anderen Gebieten (vergleichende Biologie) dermassen zutage getreten ist, dass ich wenigstens kein ernstes Gewicht mehr auf seine Angaben legen kann. Es scheint mir ferner, dass die Frage nach der Genese der Nervenelemente nicht nur in Koloswar gelöst werden kann, und es ist zu hoffen, dass sie auf deutschem Boden *sine ira*, aber *cum studio* zum Austrag kommen wird. Sie ist wichtig genug, um die ganze Aufmerksamkeit der technisch-histologisch im Nervenfach geschulten Embryologen, Zoologen, Anatomen, Physiologen und Nervenpathologen ganz auf sich zu lenken.

Es ist schade, ich sage es offen, dass ein verdienstvoller Forscher, wie Nissl, ein ganzes starkes Buch mit Anwendung aller seiner Dialektik schreibt, um sich ohne eigene Resultate als Anwalt der Theorien Apathys und Bethes aufzuspielen, während er die positiven Resultate seiner eigenen Forschungen der Wissenschaft vorenthält. Letztere zu kennen, würde jedenfalls dem wissenschaftlichen Fortschritt viel mehr nützen.

Ich resümiere mich kurz, wie folgt. Die Frage steht heute so: Ist die Hissche Neuronentheorie, welche die cytogenetische Einheit

des Nervensystems und zugleich die Matrix der Nervenfibrillen in der Ganglienzelle erblickt, oder ist die A p a t h y sche Theorie, welche hypothetische fibrillogene Nervenzellen als wahre cytologische Einheit des Nervensystems annimmt, die richtige? Wenn A p a t h y recht hat, gehört die Ganglienzelle überhaupt kaum mehr zum Nervensystem im engeren Sinn; das sagt er selbst. Wo liegt also die Wahrheit? Um diese Frage zu lösen, darf man keine einzige der von mir früher (siehe oben) angedeuteten Methoden ausser acht lassen. Das Nervensystem überragt an Wichtigkeit alle Gewebe des Körpers. Es ist der Mensch im Menschen; alles andere ist nur niedrige, vegetative Schale oder Hilfsmaterial. Es kann nicht gleichgültig sein, in was für mikroskopischen Werkstätten unser Ich sich aufbaut und arbeitet, und aus welchen Embryonalanlagen diese Werkstätten stammen.

K. B. Hofbuchdruckerei Gebrüder Reichel in Augsburg.

Date ~~Loaned~~ DUE

13Oc '60			
DE 18 '67			

Demco 292-5

